



TITLE:

都市域における環境創成と震災リスクの軽減に関するシステム論的研究(Dissertation_全文)

AUTHOR(S):

神谷 大介

CITATION:

神谷 大介. 都市域における環境創成と震災リスクの軽減に関するシステム論的研究. 京都大学, 2003, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2003-03-24

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k10147>

RIGHT:

都市域における環境創成と震災リスクの 軽減に関するシステム論的研究

2002年12月

神 谷 大 介

都市域における環境創成と震災リスクの
軽減に関するシステム論的研究

2002 年 12 月

神 谷 大 介

目 次

	頁
第 1 章 序論	1
1.1 都市域における環境創成計画の課題と自然的空間の意義	1
1.1.1 都市域の定義	1
1.1.2 環境創成計画の課題	2
1.1.3 自然的空間の定義	3
1.1.4 日常時における自然的空間の重要性	3
1.2 防災・減災計画における自然的空間の意義	4
1.2.1 都市域における防災・減災	4
1.2.2 震災リスクの定義	5
1.2.3 震災時における自然的空間の機能と重要性	6
1.3 自然的空間計画に関する考察	7
1.4 自然的空間の価値	8
1.5 本論文の目的と構成	9
1.5.1 本論文の目的と意義	9
1.5.2 本論文の構成と内容	10
第 2 章 地域環境変化と自然的空間の利用実態調査	16
2.1 緒言	16
2.2 自然・社会環境の変化に関する分析	17
2.3 自然的空間の利用実態調査	21
2.3.1 空間の階層的分類	21
2.3.2 空間の利用実態調査の概要	25
2.3.3 利用実態からみた空間の機能	29
2.4 結言	31
第 3 章 利用行動に着目した遊び空間とその配置の評価	34
3.1 緒言	34
3.2 利用行動の分類	35

	頁
3.2.1 自然的空間の構成要素の分類	35
3.2.2 「遊び」の形態のクラスター分析	36
3.3 空間とその配置の評価	40
3.4 結言	46
第4章 利用者心理を反映した遊び空間整備のための分析	48
4.1 緒言	48
4.2 空間の構成要素と利用者の印象に関するモデル化	49
4.2.1 モデル化の考え方	49
4.2.2 共分散構造分析モデル	50
4.3 空間の構成要素と利用者心理に関する分析	54
4.3.1 アンケート調査の概要	54
4.3.2 潜在変数設定のための探索的因子分析	55
4.3.3 共分散構造分析と結果の考察	57
4.4 結言	59
第5章 震災ハザードマップを考慮した地域特性の分析	62
5.1 緒言	62
5.2 ハザードマップを考慮した地域環境変化に関する考察	63
5.3 震災ハザードに関する地域特性の分析	66
5.3.1 地域の分断を考慮した避難空間の配置の評価	66
5.3.2 避難行動に着目した震災ハザードに関する分析	70
5.4 結言	76
第6章 震災時の避難行動を考慮した空間とその配置の評価	79
6.1 緒言	79
6.2 空間の階層性を考慮した避難行動に関するシミュレーションによる分析	80
6.2.1 分析方法	80
6.2.2 空間配置の評価	86

	頁
6.3 避難行動からみた空間の減災価値の評価	91
6.3.1 空間からみた避難行動に関する考察	91
6.3.2 避難空間としての安全性の評価	93
6.3.3 空間の減災価値の評価	98
6.4 結言	99
第7章 避難行動に着目した町丁目別震災リスクの計量化	102
7.1 緒言	102
7.2 震災リスクの計量化	103
7.2.1 計量化の考え方	103
7.2.2 町丁目別の震災リスクの計量化	107
7.3 避難行動を考慮した震災リスクの計量化	109
7.3.1 避難経路の危険性に関する分析	109
7.3.2 火災の延焼を考慮した避難行動に関する分析	110
7.4 結言	112
第8章 減災のための水辺環境の創成計画	114
8.1 緒言	114
8.2 遊び空間の配置に関する考察	115
8.2.1 階層別の遊び空間の配置に関する考察	115
8.2.2 階層間の関係を考慮した遊び空間の配置に関する考察	117
8.3 避難空間の配置に関する考察	123
8.3.1 緊急避難空間の配置に関する考察	123
8.3.2 広域避難空間の配置に関する考察	124
8.3.3 減災のための避難空間計画に関する考察	126
8.4 計画代替案の具体化	129
8.4.1 空間配置に関する考察と水辺創成地区の選定	129
8.4.2 水辺創成ルート決定	130
8.5 日常時の空間利用と減災からみた水辺創成の評価	133

	頁
8.5.1 遊びからみた水辺創成の評価	133
8.5.2 避難行動からみた水辺創成の評価	134
8.6 結言	136
 第9章 結論	 138
9.1 結果の要約	138
9.2 今後の課題	141

第1章 序論

1.1 都市域における環境創成計画の課題と自然的空間の意義

1.1.1 都市域の定義

都市域とは、地域と都市の2つの概念によって構成されると考えられる。まず、地域の定義について以下に述べる。

吉川¹⁾は、地域を「1つあるいはいくつかの要因について意識した場合、その意識の断絶、あるいは意識の対象となる物、もしくは現象が消滅あるいは衰微して意識を持たなくなるまでの土地的あるいは空間的拡がりである」と定義している。

これより、地域という概念には不明確な部分はある。しかし、このことは地域をどのような目的・視点で捉えるかによって、地域の概念にある幅を持たすことができると考えられる。つまり、この意識や対象によって様々な地域の捉え方ができるということである。ここで、人間を中心として考えたとき、地域とは人間が生活を行う空間として捉えることができる。また、地域は時間の経過にともなって変化しているものでもある。

したがって、人間に着目した地域とは、「何らかの関係を有した空間的拡がりであり、様々な生活活動が行われ、また、変化する空間である」といえよう。「何らかの関係」とは、着目する意識や対象によって決定される。

また、地域は空間的拡がりに対応して、例えば、「国土レベル」、「都市域（1つの都市を越える）レベル」、「地区レベル」といった、いくつかの空間的階層性によって捉えられると考えることができる。

次に、都市は田舎との比較において、人口が多く、人口密度が高く、人工構造物が集中しており、特に日本では、自然が少ないという特徴があげられる。住民にとっての身近な自然の少なさは、現在の都市計画における主要な課題の1つとしてあげられる。また、都市と地域の違いについて、萩原ら²⁾は「都市とは、特に日本においては行政区分であり人為的なもの、地域は（社会的な意味で）自然的なものである。」と述べている。つまり、都市とは、多くの人々が生活する、人為的に区分された人工的な空間であると考えられる。

さて、近年、地方行政における財政や福祉等に関する多くの問題を解決するために、広域行政の必要性が述べられてきている³⁾。実際に市町村の合併が行われ、そのための話し

合いの場が設けられており、今後より一層このような合併は進むと考えられる。この合併やそのための話し合いの多くは、隣接した市町村で行われており、複数の都市を対象にした計画の考え方が重要になるであろう。

都市域には、社会経済的な意味での都市域と、1つの都市自治体としての行政圏域としての都市域が考えられる。この2つの圏域は必ずしも一致していない。ここでは、上述したことより、行政圏域を基本とした都市域を対象とする。したがって、本論文における都市域を、「社会的・経済的・文化的等の何らかの関係を有した、地理的なつながりのある複数の都市の空間的拡がり」と定義する。そして本論文では、自然が少なく、人口が多い複数の都市を対象とする。

1.1.2 環境創成計画の課題

高度経済成長期の環境計画は、主として公害対策のための計画であり、公園・緑地等の計画は重要視されていなかった。特に、この時期に都市化が急激に進行した大都市の郊外では、都市計画の中心は、住宅地開発や工場の誘致、およびそのための交通施設整備であった。このような地域では、交通施設が整備されるにしたがって、大都市から外延的に、もしくは交通の利便性の高い場所から市街地が拡大することとなった⁴⁾。そして、多くの樹林地や耕作地、河川、ため池等の住民の身近にあった自然が、道路や住宅地、商工業用地へと造り替えられていったのである。

この結果、現在、都市域で生活する人々の自然と触れあえる空間に対するニーズが高まり^{5) 6) 7)}、都市域における環境創成計画は、より重要になってきていると考えられる。

しかしながら、これまでの環境創成計画には次のような問題がある^{5) 6) 8)}。

- ①都市域で生活する人々が自然と触れあえる空間としては、公園・緑地、河川、ため池があげられる。これらの空間は、例えば、公園・緑地は公園緑地課や緑地計画課、河川は河川課、ため池は耕地課、というように行政の管理部署が異なり、互いの計画や現在ある空間を考慮して計画されていない。しかしながら、住民の空間利用には、管理部署の違いは関係ないため、これらの空間全てを対象とした計画が必要だと考えられる。
- ②上述の空間の中で、特に公園・緑地の計画については次の課題がある。この空間の多くは各市で計画されており、計画の範囲は市の中のみである。このため、例えば隣接する市の空間やその計画が考慮されていない。しかしながら、実際、利用者は市の境界を越

えて空間を利用している。したがって、互いの市にある空間やその計画を考慮した空間計画が必要であると考えられる。

③公園・緑地計画では、これまで主に、1人当たり公園面積や近隣住区論をもとにした誘致距離というような数値目標が重要視されており、空間利用や空間の質（構成要素およびその組み合わせ）を考慮した配置計画が行われていない。住民の利用目的は多様であると考えられるため、利用実態を考慮した空間の質の配置計画が必要だと考えられる。

④利用者にとって好ましい空間は、行政と設計者の想像によって決められ、実際の整備が行われてきた。この結果、どこの空間も類似しているという利用者の批判がある。つまり、利用者心理を反映した空間整備が行われていないという点も問題である。したがって、他の都市施設と同様に、これらの空間整備も利用者心理を反映したものでなければならない。

以上より、利用者である住民を主体とした、空間の質の配置計画が重要であると考えることができる。

1.1.3 自然的空間の定義

前項で述べたように、都市域で生活する人々が自然と触れあえる空間として、公園・緑地、河川、ため池があげられる。これらは、多くの自然が失われた現在の都市域において、人々が自然を感じることでできる貴重な空間である。そして、これらの空間を構成する重要な要素は、水・土・緑である。

以上より、本研究では自然的空間を「主として水・土・緑によって構成され、人が自然と触れあえるように整備された空間」と定義する。なお、以下では表現を簡単にするため、自然的空間を単に空間と記述することがあることを断っておく。また、自然的空間以外に空間と記述するときは『空間』として表記する。

1.1.4 日常時における自然的空間の重要性

上述した急激な都市化は多くの自然環境を破壊してきた。この結果、現在の都市域では、身近な生き物の地域的絶滅や自然との触れあいの喪失等が問題となっている⁹⁾。さらに、都市化によって、数十年前までは人々にとって身近な昆虫であった蝶々やトンボ、水辺に

生えていたヨモギやツクシは姿を消し、農地が無くなること等によって季節感を感じられなくなってきた。

失われた自然は都市域で生活する人々にとって身近で貴重な遊び空間であった。この「遊び」の概念について、ヨハン・ホイジンガは「遊びとは、あるはっきり定められた時間、空間の範囲内で行われる自発的な行為もしくは活動である。それは自発的に受け入れられた規制に従っている。その規制はいったん受け入れられた以上は絶対的な拘束力をもっている。遊びの目的はその行為そのものの中にある。それは緊張と喜びの感情を伴い、またこれは<日常生活>とは<別のもの>という意識に裏付けられている。」と定義している¹⁰⁾。その他にも遊びの定義や分類、なぜ遊ぶのかについて述べられた説^{10) - 14)}は多くあるが、共通していることは「遊びは楽しむという感情を伴う」ということと、「人間を含めた動物にとって必要な行動である」ということである。特に、ピアジェは発達心理学の立場から人間の子供にとっての遊びの重要性を論じている¹⁴⁾。

つまり、高度経済成長期以降の環境変化によって、人間にとって重要な遊びに利用される多くの空間が失われてきたといえる。特に子供たちにとって、身近な緑や水辺、さらにただの空き地でさえ、全て遊び空間であった⁸⁾。つまり、現在の都市域では、人間、特に子供たちにとって重要な行動である遊びからみたとき、自然的空間の重要性は高いといえることができる。

また、このような空間では子供からお年寄りまでが同じ空間で楽しむことができる。同じ時間に同じ空間にいることは、そこで人と人が出会う可能性がある。つまり、時間地理学におけるバンドルがそこには存在するのである。核家族化や独居老人が増えている現在において、様々な年代の人が触れあう空間は、心の豊かさを育てるためにも重要な空間であるといえよう^{15) 16)}。

以上より、都市域における自然的空間は人と自然が触れあえる貴重な空間であり、遊びを通して人のつながりを形成する重要な空間といえる。

1.2 防災・減災計画における自然的空間の意義

1.2.1 都市域における防災・減災

1995年に発生した阪神・淡路大震災で大きな被害を受けた神戸市は、六甲山を切り崩し、

その土で海を埋め立てるという方法で市街地を拡大していった。そして、狭い幅に基幹交通施設を並行的に集積し、多くの都市施設を集中させるという経済効率性で、急激な自然・社会環境の変化をもたらした。このようにして造られた都市が、地震によって大きな被害を生じさせたという事実を確認する必要がある。

このため、本論文では中・長期的な環境変化と防災・減災計画を図 1.1 に示すような循環過程として捉えることとする¹⁷⁾。これは、例えば、高度経済成長による社会の変化により地域の自然・社会環境が変化し、これによって地震が発生したときの被害の大きさが異なり、この経験が防災・減災の社会計画に反映されると考えるものである。

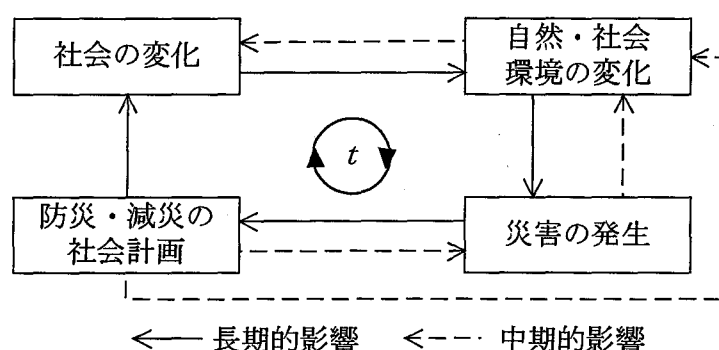


図 1.1 中・長期的な環境変化と防災・減災計画の循環過程¹⁷⁾

また、この震災では、都市域での直下型地震は未曾有の被害をもたらすことが示された。さらに、これまでの災害対策では想定外力をもとにした対策が講じられてきたが、それを上回る外力が働いたとき、このような対策は被害を増加させる恐れがあることを人々に認識させた。これより、自然の外力に対して力で耐えるという防災だけでなく、災害をいかに少なくするか、あるいは回避するかという減災や、災害後に早く立ち直るための仕組みづくりが重要であると認識されるようになってきた。活断層が多く存在する日本では、他の都市域でもこのような被害が発生する可能性があり¹⁸⁾、震災に対する減災の重要性は高いといえる。

1.2.2 震災リスクの定義

カナダのリスクアナリシスの国家基準によれば、リスクは「A measures of the probability and severity of adverse effects to health, property, or environment」と定義される¹⁹⁾²⁰⁾。つまり、

リスクとは「{何か; A } によって、{健康、財産、あるいは環境: B } に与える {ある逆効果: X } の確率 (p) と重大さ (s) の 1 つの測度」ということになる。すなわち、リスク r は $r=\{p,s,X,B,A\}$ と記述される¹⁷⁾。

また、災害を念頭とした定義として、被害の発生する確率をリスクとすることがある。このとき、地震の発生自体をペリルとし、ペリルの発生する環境条件等の要因全体をハザードと呼ぶ。したがって、ハザードには、ペリルに対する対応（行動）とその結果が生じる損害も内包していると考えられる^{17) 21)}。

以上より、震災リスクとは「地震によって、人命・財産・環境に与える被害の確率と重大さの 1 つの測度」と定義することができる。しかしながら、地震の発生確率は不確かであり、さらにハザードである都市域の環境によって被害は大きく異なる。さらに、地震が発生する季節や時刻、天候によっても被害の大きさは変化し、その被害に対する対応によっても変化する。この対応は人間が行うことであり、その時の精神的・身体的状況によっても行動が異なることが考えられる。つまり、震災リスクを確率概念として捉え、さらにその被害を想定することは非常に困難である。

そこで本論文では、上述した定義を緩め、震災リスクを「地震による、人々にとって望ましくない結果の大きさの程度」と定義する。

1.2.3 震災時における自然的空間の機能と重要性

阪神・淡路大震災では、それまで地震に対して強いと考えられていた都市施設がその機能を果たさなくなり、復旧のために長い期間を必要とする被害を受けた。その中で、公園・緑地、河川、ため池といった自然的空間は、火災の延焼防止や遅延に役立ち、避難や復旧・復興のために利用された^{22) 23) 24)}。この経験から、震災時におけるこの空間の重要性が認識されるようになった。具体的に、阪神・淡路大震災をもとに自然的空間がもつ減災機能を、地震発生からの時間の変化でまとめると表 1.1 のようになる。なお、この表における規模の大きな空間は、それより小さな規模の空間の機能も果たしている。この表より、自然的空間は地震発生直後だけでなく、時間の経過とともに空間の機能を変化させながら、減災のために役立っていることがわかる。

また、都市施設の多くは鉄やコンクリートで造られているため、その耐用年数は長くて 100 年程度であろう。しかし、地震のリターンピリオドは 1000 年に 1 度というように非常

に長く、震災のためだけの施設整備は財政的にも困難な状況である。このことから、日常的に地域住民に利用され、さらに震災リスクを軽減する自然的空間は、地震の多い日本の都市域では重要な空間であるといえる。

表 1.1 地震発生からの時間の経過と自然的空間の機能²²⁾

種類	規模	減災機能		
		直後段階 地震発生～概ね3時間	緊急段階 概ね3時間～3日	応急・復旧・復興段階 概ね3日以降
防災拠点としての空間（広域公園等）	約50ha以上	自衛隊等の救援活動および広域的な消防活動の拠点	緊急生活物資の集積等、救援活動の場	仮設住宅や復旧復興活動拠点
広域避難空間（都市基幹公園等）	約10ha以上	自衛隊等の救援活動および広域的な消防活動の拠点		仮設住宅や復旧復興活動拠点
緊急避難空間	約1ha以上	火災の延焼防止・遅延、緊急避難のための空間	1時的な避難生活（主にテントでの生活）のための空間	水や食料等の救援物資の受け渡し

1.3 自然的空間計画に関する考察

これまで、自然的空間は日常時を想定した環境創成計画と震災時を想定した防災・減災計画で個別に取り扱われてきた。特に後者に関しては、阪神・淡路大震災以降、地域防災計画の中で地震が主として取り上げられるようになったこともあり^{25) 26) 27)}、これまでは空間計画についてあまり議論されていなかった。このため、自然的空間計画は主として公園・緑地計画として行われてきた。

前節までに述べたように、自然的空間は、日常時には地域住民の遊びのために利用され、さらに、震災時には避難のために利用される。つまり、状況によって空間の持つ機能が変化するということである。したがって、日常時と震災時の両方を考慮した空間計画が行わ

れなければならないと考えることができる。

近年、ようやく環境創成計画の中で自然的空間が避難空間となることが述べられるようになってきた²⁸⁾。さらに、防災・減災計画の中でも自然的空間が日常的に使われていることが重要であると示されるようになってきた²⁹⁾。しかしながら、環境創成と防災・減災のための計画システムとしての考えは述べられていない。

萩原²⁾は環境創成と防災・減災は双対の関係であると述べている。つまり、環境創成を行うことにより、震災リスクの軽減が図られるということである。自然的空間を創成することは、日常時には人間にとって重要な行動である遊びからみて好ましく、さらに震災時にはその被害が減少させられるというように考えられる。特に、前述したように、リターンピリオドの長い地震のような災害に対しては、日常時にも重要な空間を創成することは、都市域において有意義なことであるといえる。

したがって、従来個別的に取り扱われてきた環境創成計画と防災・減災計画を統合するために、日常時と震災時における地域住民の空間利用を考慮した自然的空間の計画方法論を体系化することが重要である。

1.4 自然的空間の価値

一般に、『空間』の価値は市場財として評価することもできる。このときの『空間』の価値は、その利用方法や他の『空間』の利用によって影響を受け、それを取り巻く環境によって規定されると考えられる²⁹⁾。土地利用をはじめとする環境の変化は、この価値を大きくも小さくもするということである。そして『空間』の評価は、市場での取引やその『空間』が生み出す利益によって評価できる。

一方、非市場財としての『空間』の価値は大きく利用価値と非利用価値からなるものと考えられる²⁾³⁰⁾。利用価値とは、『空間』の直接利用、ヒートアイランド現象の緩和等の間接利用、およびこれらの将来的利用としての価値であり、非利用価値とは、存在することに対する満足感である存在価値、子孫へ環境を残そうということへの意思としての遺贈価値である。

以上に述べた価値の評価において重要な問題は、そこに形成される『空間』の価値をどのような視点から評価するのかという点である。『空間』の見方によってその価値は多様に評価される。もちろん、これまで述べてきた自然的空間においても同様である。

これからは住民主体の都市計画・地域計画が重要であると考えられる。したがって、住民の視点から『空間』の価値を評価することが重要になってくる。自然的空間に着目すれば、日常時においては住民が遊びを通して自然と触れあえるという価値であり、震災時には、住民の被害をいかに軽減することができるかという減災価値である。これら2つの価値（2つの側面からみた価値）を認識し、都市域における価値あるゆとりとして自然的空間を捉え、住民の視点から評価することが必要であるとする。

1.5 本論文の目的と構成

1.5.1 本論文の目的と意義

以上の認識のもと、本論文では、従来個別に取り扱われてきた環境創成計画と防災・減災計画について、30～50年後を想定した長期計画として、地域住民の遊びと避難行動に着目した自然的空間の配置に関する計画方法論を実証的研究により論じる。このことが、本論文の目的であり、意義でもある。

具体的には、1.1 で述べた環境創成計画における課題に対し、本論文では以下のことについて論じることとする。

- ①公園・緑地、河川、ため池が個別に取り扱われてきたことに対し、ここではこれらの空間を自然的空間として捉え、1つの計画システムとして論じる。
- ②公園・緑地が各市で計画されていたことに対し、ここでは隣接する市（都市域）を対象にした自然的空間計画について論じる。
- ③空間利用や空間の質を考慮した配置計画が行われていないということに対し、地域住民の遊びからみた空間配置計画について論じる。
- ④利用者心理を反映した空間整備が行われていないということに対し、空間の構成要素と利用者心理の関係を定量的な因果関係として明らかにすることにより、利用者にとって好ましい空間整備について論じる。

また、これまで述べたように、震災時に自然的空間は地域住民の避難のために利用される。しかしながら、これまで自然的空間は日常時のみを想定して計画されてきた。したがって、本論文では避難空間としての空間配置について論じることとする。さらに、対象地域の震災リスクを計量化することによって、どこに新たな避難空間を創成する必要がある

かを明確にする。

前節で述べたように、住民からみたときの空間の価値を評価することが重要である。このため、震災時における減災価値について、住民の避難行動に着目して評価を行うこととする。なお、避難空間としての利用を考えているため、本論文では火災の延焼およびその輻射熱を考慮し、1 ha 以上の空間のみを対象にする。（このため、0.2ha を標準としている都市計画法における街区公園は、本論文では取り扱わない。）

そして、日常時と震災時の両方からみて、地域住民にとって好ましい自然的空間の計画方法論について論じることとする。

1.5.2 本論文の構成と内容

上述した目的に対し、本論文では、大阪市と京都市の間に位置する吹田市・茨木市・高槻市・摂津市という具体的な地域を設定し、実証的研究を通して、住民にとって好ましい自然的空間計画について論じる。本論文の構成を図 1.2 に示し、内容を以下に述べる。

第2章「地域環境変化と自然的空間の利用実態調査」では、まず、研究対象地域の概要について述べる。次に、現地調査をもとに、空間利用に最も影響を与えと考えられる空間の規模に着目し、自然的空間を階層的に分類する。そして、この空間の階層関係と隣接関係を表現するために、空間を4階層システムとしてモデル化する。さらに、アンケート調査をもとに、この分類が利用実態の違いを表現していることを示すとともに、日常時における空間の機能について論じることとする。

第3章「利用行動に着目した遊び空間とその配置の評価」では、自然的空間を遊び空間として捉えた現在の空間配置の評価を行う。このために、現地調査で観察された遊びを空間の構成要素との関係をもとにクラスター分析を行い、遊びの形態に着目した分類を行う。この分類を用いて、遊びの多様性からみた自然的空間の質の配置について階層別に評価する。

第4章「利用者心理を反映した遊び空間整備のための分析」では、空間構成要素と利用者心理との関係を、共分散構造モデルを用いて明らかにする。このために、空間利用に関するアンケート調査結果をもとに、利用者の空間に対する印象を、階層別に探索的因子分析によって明らかにする。そして、上述の関係を2種類の潜在変数を導入することにより、定量的な因果関係として明らかにする。つまり、どのような空間の質（構成要素およびそ

の組み合わせ)が利用者心理にどのような影響を与えるかを明確にする。そして、階層別に、利用者にとって好ましい空間を明らかにする。

第2章から第4章の結果より、日常時の空間利用(遊び)からみた自然的空間の質の配置を評価し、遊びの多様性と利用者心理を考えたとき、どこにどのような空間を創成することが住民にとって好ましいかを明らかにすることができる。しかしながら、これまで述べたように、自然的空間は震災時に地域住民の避難のために利用されるため、避難行動からみた空間配置の評価を行う必要がある。そこで、第5章以降では、避難空間としての配置について論じることとする。

第5章「震災ハザードマップを考慮した地域特性の分析」では、まず、第2章で示した地域環境変化を震災ハザードマップを用いて再考察し、都市化と震災リスクの変化について述べる。これは、図1.1で示したように、地域の自然・社会環境が変化することによって、地震が発生したとき、人々にとって望ましくない結果の大きさがどの程度変化したかを考察するものである。

次に、交通施設と河川による地域の分断を考慮した避難空間の配置を評価する。さらに、避難行動に関係するハザードを分析することによって、(対象地域を交通施設と河川によって分断した)地区毎の避難の必要性を明確にする。

第6章「震災時の避難行動を考慮した空間とその配置の評価」では、まず、人のつながりを考慮するために、地区毎の町丁目のつながりを表現したグラフを作成する。また、避難のしやすさに関して、双対グラフの考え方をういたstep数という新たな指標について述べる。そして、第2章で示した空間の階層性を考慮し、地区毎に1次避難行動に関するシミュレーションによる分析を行う。この結果から、避難のしやすさ、避難ルートの数、避難空間の数、避難行動における被災者のあせりやいらだちを表現し、避難空間の配置の評価を行うこととする。

次に、この分析結果を避難空間に着目して再考察し、さらに避難空間の安全性を評価することによって、階層別に空間の減災価値を評価する。

第7章「避難行動に着目した町丁目別震災リスクの計量化」では、まず、第5章と第6章の分析結果を用いて、町丁目毎の震災リスクを計量化するための指標を作成し、このリスクが高い町丁目の集まっている地区を明らかにする。さらに、火災の延焼を考慮して、第6章で示した町丁目毎の避難行動の危険性を評価する。つまり、地震による人々にとって望ましくない結果の大きさの程度を、避難行動に着目して計量化し、町丁目毎の震災リ

スクとして表現するということである。最後に、これらの結果を用いて、震災リスクを軽減するために、新たな環境防災空間の創成が必要な地区を明らかにする。

第8章「減災のための水辺環境の創成計画」では、まず、第2章から第4章の結果を用いて、階層別に現在の遊び空間の質の配置を考察する。さらに、階層間の関係を考慮して、住民の遊びの多様性からみたとき、どの地区でどのような空間を創成することが好ましいかを明らかにする。

次に、第5章から第7章の結果を用いて、現在の緊急避難空間の配置について考察を行う。さらに、地震発生からの時間の経過を考慮し、2次避難行動を想定した広域避難空間の配置を考察するとともに、この行動からみた減災価値について述べる。これらから、震災リスクを軽減するために、どこにどの程度の規模の空間を創ることが必要であるかを明確にする。

最後に、以上の結果をまとめ、新たな空間の創成が必要な地区に対して、住民からみて好ましい自然的空間の計画代替案を示す。さらに、最も空間の創成が必要な地区に関して、下水処理水を利用した水辺創成に関する計画代替案を具体化する。そして、この代替案を日常時の遊びと震災時の避難行動から評価し、水辺創成の効果について論じることとする。

第9章では、第8章までの結果を要約し、今後の課題について述べることとする。

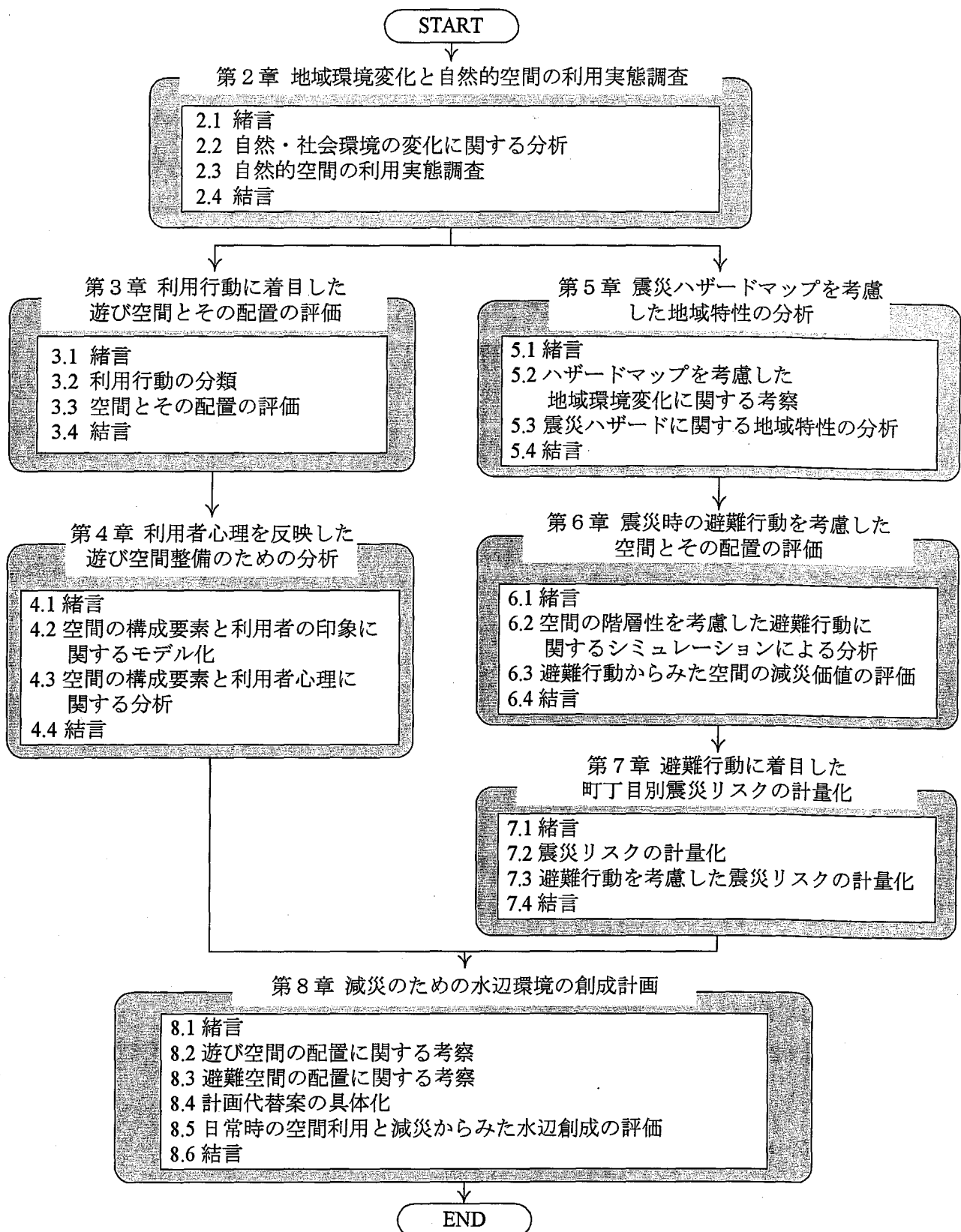


図 1.2 本論文の構成

～参考文献～

- 1) 吉川和広：地域計画の手順と手法 システムズアナリシスによる、森北出版、1978.
- 2) 萩原良巳・萩原清子・高橋邦夫：都市環境と水辺計画 システムズアナリシスによる、勁草書房、1998.
- 3) 大阪府：大阪府市町村合併推進要綱、2000.
- 4) 高槻市史編纂編集委員会：高槻市史、高槻市、1984.
- 5) 中山徹：大阪の緑を考える、東方出版、1994.
- 6) 小野佐和子：こんな公園が欲しい、築地書館、1997.
- 7) 吹田市生活環境部：いきいき吹田ー快適環境推進調査報告書ー、1994.
- 8) 仙田満：子供の遊び環境、筑摩書房、1984.
- 9) 狩谷達之・鳥越昭彦・笹倉久・亀山彰：都市のエコロジカルネットワーク計画、造園技術報告集 2001、No.1、2001.
- 10) 日本レクリエーション協会 監修：遊びの大辞典、東京書籍、1989.
- 11) 仙田満：遊び環境のデザイン、鹿島出版社、1987.
- 12) M・J・エリス：心理学選書② 人間はなぜ遊ぶかー遊びの総合理論ー、黎明書房、2000.
- 13) Robin c. Moore・Susan M. Goltsman・Daniel S. Iacofano: Play For All GuidelinesーPlanning, Design and Management of Outdoor Play Settings for All Childrenー、鹿島出版会、1995.
- 14) ジャン・ピアジェ：知能の心理学、みすず書房、1998.
- 15) 新井良雄・岡本耕平・神谷浩夫・川口太郎：都市の空間と時間ー生活活動の時間地理学ー、古今書院、1996.
- 16) 新井良雄・川口太郎・岡本耕平・神谷浩夫 編訳：生活の空間 都市の時間ーAnthology of Time Geographyー、古今書院、1989.
- 17) 堤武・萩原良巳：都市環境と雨水計画 リスクマネジメントによる、勁草書房、2000.
- 18) 活断層研究会 編：日本の活断層、東京大学出版会、1992.
- 19) Niels C. Lind: A National Standard for Risk Analysis, Risk Abstract, Vol.9、No.2、pp.1-3、1992.
- 20) 木俣昇：リスク認識と計画 社会基盤整備とリスクマネジメント、『第 26 回土木計画学シンポジウムテキスト』、1992.
- 21) 岡田憲夫：災害のリスク分析的見方、『土木学会土と構造委員会 「土と防災」講習会

テキスト』、pp.61-78、1985.

- 22) 建設省都市局公園緑地課・建設省土木研究所環境部 監修：防災公園計画・設計ガイドライン、1999.
- 23) 都市緑化技術開発機構・公園緑地防災技術共同研究会：防災公園技術ハンドブック、公害対策技術同友会、2000.
- 24) 建設省建築研究所・建設省土木研究所・国土開発技術研究センター：まちづくりにおける防災評価・対策技術に関する基本的課題の検討調査報告書、1999.
- 25) 室崎益輝：『アジア・太平洋地域に適した地震・津波災害技術の開発とその体系化に関する研究』全体会議資料、2002.
- 26) 大阪府防災会議：大阪府地域防災計画、1964.
- 27) 大阪府総務部消防安全課：大阪府地域防災計画、2000.
- 28) 大阪府：大阪 21 世紀の環境総合計画～循環型社会を目指した環境都市づくり～、2002.
- 29) 早川和男：空間価値論－都市開発と地価の構造－、勁草書房、1973.
- 30) 萩原清子：水資源と環境、勁草書房、1990.

第2章 地域環境変化と自然的空間の利用実態調査

2.1 緒言

前章では、これまでの効率的な都市施設や土地利用計画によって、雑木林やため池等が道路や住宅地、商工業用地へと変化してきたことを述べた。さらに、河川が排水路のようになってきたこと等によって、住民の身近な自然は失われてきた。このような自然の減少は、昆虫等の生物の生息空間を減少させ、都市域で生活する人々の自然との触れあいを減少させてきたのである。

近年の世論調査において、都市域で生活する人々の自然と触れあえる空間に対するニーズは高まってきているといわれる^{1) 2)}。これに対して、地域計画において整備すべき空間として都市公園があげられる。さらに、河川やため池等の水辺もあげられ、これらの親水整備も行われるようになってきている^{3) 4)}。これらは現在の都市域において、自然と触れあえる貴重な空間である。そして、自然環境の保全・再生・創出は都市域における重要な計画課題の1つとなっている^{5) 6)}。

しかし、前章で述べたように、公園・緑地、河川、ため池は行政の管理部署が異なるため、計画相互の関係が考慮されておらず、都市域全体としての計画が行われていない。しかしながら、住民の自然と触れあいたいというニーズや、空間を利用するという行動からみれば、これら全ての空間を対象にした空間計画を行うことが望ましいと考えられる。

そこで本論文では、主として水・土・緑によって構成され、自然と触れあえるように整備された空間を自然的空間とよび、1つの計画の中で上述の3つの空間を対象とすることとする。そして、この空間は住民のためのものであるという考えのもと、利用者である住民の視点から空間を捉えることとする。

以上の認識のもと、2.2 では、自然・社会環境の変化を分析し、都市化の過程を示すとともに、人と自然との距離がどのように離れてきたかを明らかにする。さらに、都市化の過程の違いによる、現在の人と自然との触れあいの差異についても考察する。

2.3 では、現在の自然的空間に関する社会調査（現地調査とアンケート調査）を通して、自然的空間の階層化と利用実態を明らかにする。まず、2.3.1 では、現地調査をもとに、空間の利用実態の違いに着目した自然的空間の階層化を行う。さらに、居住地から最も近い空間を表現するボロノイ領域を用いて、空間の階層関係と隣接関係を表現する。これは、

対象地域全体の空間をシステムとして表現することになる。これによって、空間同士の関係を理解しやすくするとともに、利用行動を通じた住民と空間との関係を表現することができる。

2.3.2と2.3.3では、空間を利用したことのある住民を対象としたアンケート調査を行い、階層別の利用実態の違いについて述べ、この分類が空間利用の違いを表現していることを示す。さらに、調査結果から階層別の空間の機能について述べることとする。

2.2 自然・社会環境の変化に関する分析^{7) 8)}

本論文の対象である北摂地域は、高度経済成長期を経て、大阪万国博覧会(1970年)の開催や千里ニュータウンをはじめとする住宅地建設等の大規模開発が行われ、自然環境が急激に破壊され、同時に人為的な社会環境の変化も著しいところである。2000年の人口は4市で約105万人(吹田市;34.9万人、茨木市;26.2万人、高槻市;35.8万人、摂津市;8.6万人)であり、大阪市・京都市のベッドタウンとなっている。

まず、この地域全体の自然・社会環境がどのように変化してきたかを「住宅地」、「商業業務地」および「耕作地」、「樹林地」、「水辺」の経年変化で捉える。千里ニュータウン開発が始まった1960年ごろから現在までの土地利用変化を図2.1~2.3に示す。なお、「1960年ごろ」と記述しているのは、地図作成年が図葉毎に異なっていたためである。また、環境変化と開発過程の関係を理解するために、4市の人口変化と交通施設整備を図2.4に示す。

これらの図より、1960年ごろでは、樹林地と耕作地が北摂地域の大部分を占めていた。千里丘陵も樹林地であり、住宅地は点在しているにすぎなかった。その後、1964年の東京オリンピックの開催にあわせて、日本の主要交通施設である名神高速道路および東海道新幹線が建設された。そして、1970年の万国博覧会の開催までに千里ニュータウンが整備され、同時に阪急千里線や北大阪急行等、吹田市を中心に大阪市とこの地域を結ぶ交通施設が整備された。鉄道沿線に住宅地・商業・業務用地が整備されていき、人口は急激に増加していった。市街地の立地は鉄道沿線という交通の利便性の高いところから進展しており、吹田市は他の3市(茨木市・高槻市・摂津市)と比べ、早期に都市化が進行したことがわかる。特に1970年代以降、吹田市は市街地が市域全体で分散傾向を示し、他の3市は鉄道を中心に市街地になり、それらを起点に市街地はさらに北部の丘陵部や南部の淀川沿岸部

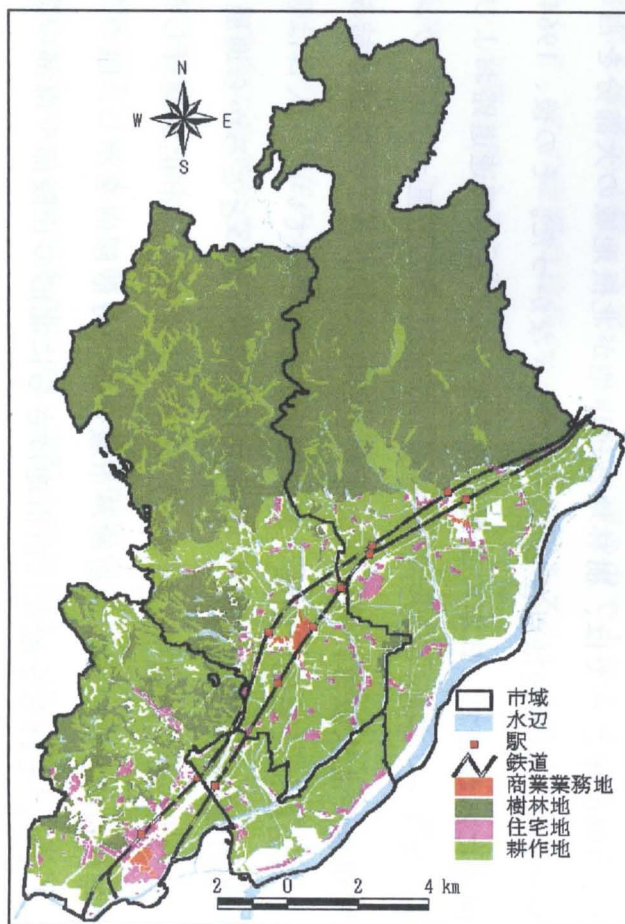


図 2.1 1960 年ごろの土地利用

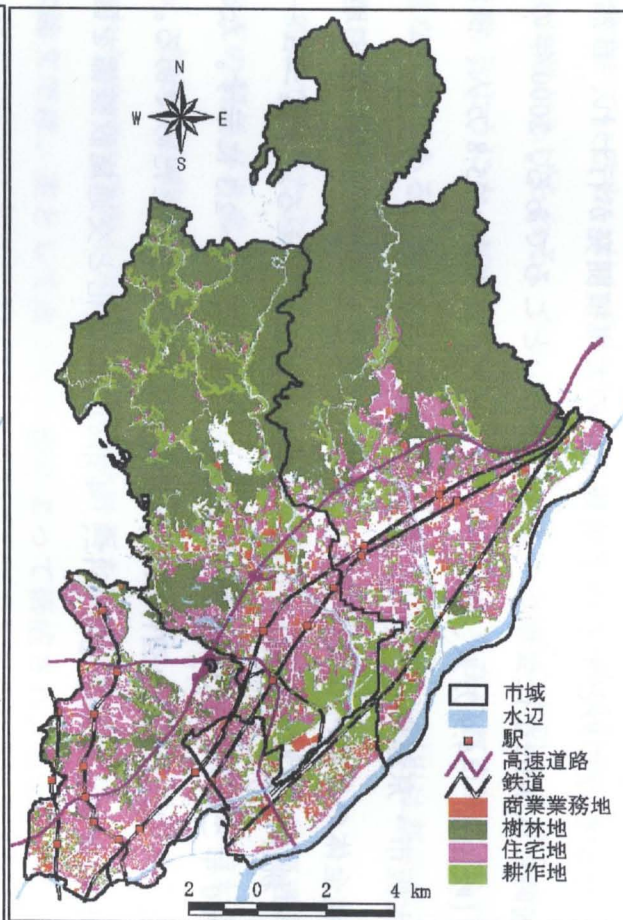


図 2.2 1974 年の土地利用

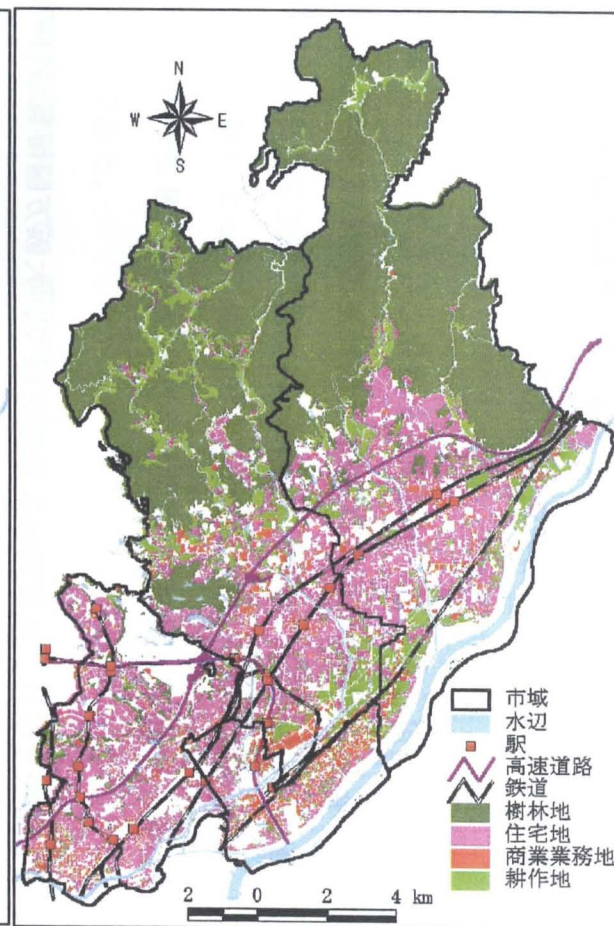


図 2.3 1996 年の土地利用

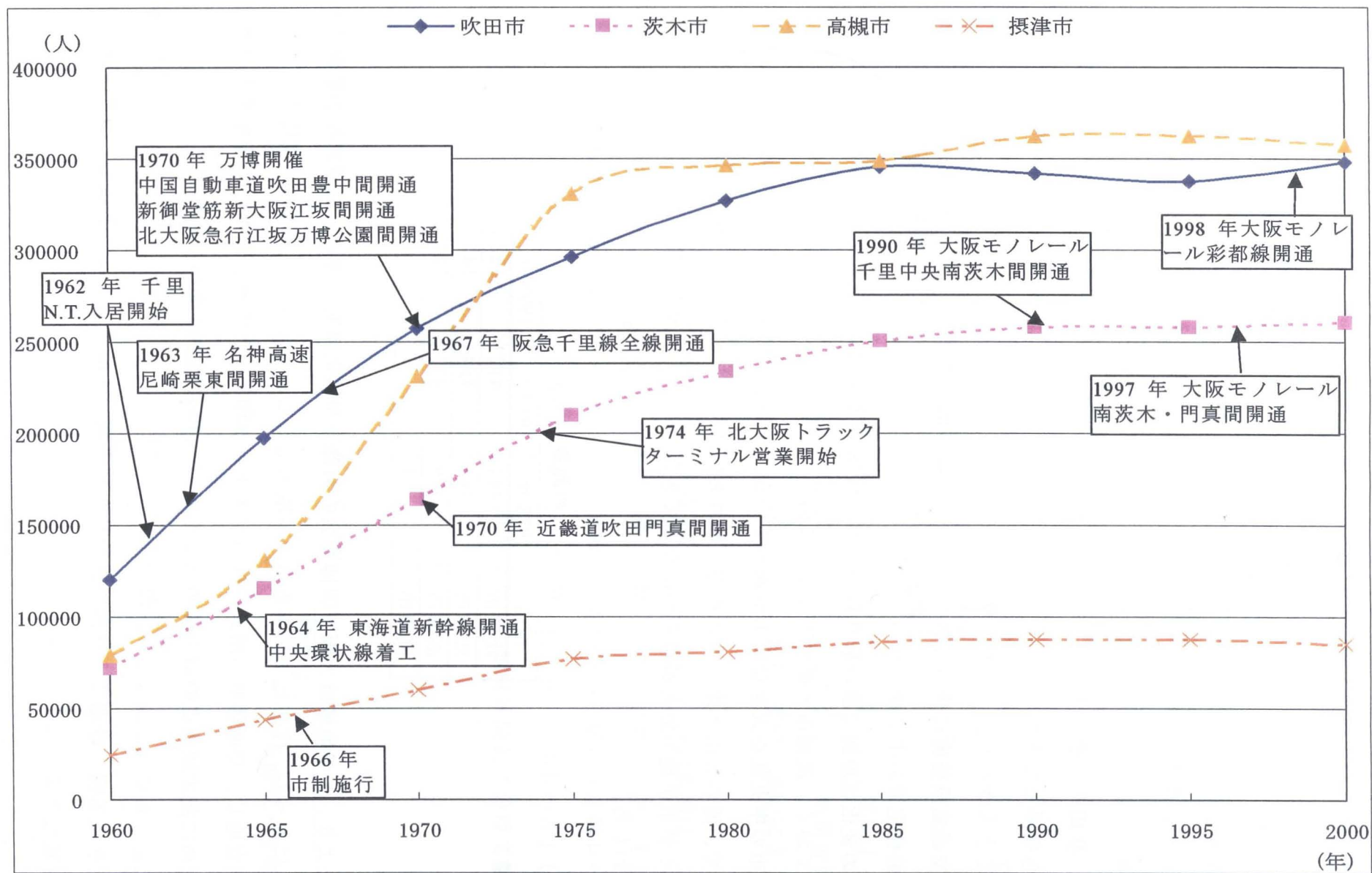


図 2.4 人口と交通施設の変化

等という外延方向へ拡大していることがわかる。この結果、樹林地等の緑はそのつながりを失うこととなった。

さらに、1970年代後半から高槻市や茨木市では工場の誘致を行い⁹⁾、国道171号線および名神高速道路茨木インターチェンジ付近に工場が建ち並んだ。これらの道路付近では河川に面して工場が立地しているため、人々は水辺を見ることさえできなくなった。そして比較的身近にあった自然的空間と人が生活をおくる場とが離れていった。このような変化の中で、吹田市と他の3市とは違いが見られる。吹田市は樹林地を公園・緑地として残しながら開発してきたが、他の3市では開発が行われた後、1980年頃から公園・緑地整備を行うこととなった。つまり、吹田市は計画的に緑を残しながら開発されてきたが、他の3市は交通施設整備に伴ってスプロール的に都市化が進行した。この結果、吹田市は現在も比較的住宅地の中に緑が残っている。

水辺の変化は地図で読み取り難いため、1978年から1999年のため池数の変化を表2.1に示しておく。高槻市と摂津市は淀川に面しており、茨木市には安威川、高槻市には芥川という市の中央部を大きな河川が通っている。しかし、吹田市は南部で神崎川と面しているだけで、他の3市と比べると水辺と触れあいにくくなっている。貴重な水辺であるため池の多くが市街地の拡大が緩やかになってきた1970年代後半以降も減少しつづけていることがわかる。

表 2.1 ため池数の変化¹⁰⁾

市名	1978 年	1989 年	1999 年
吹田市	444	412	322
茨木市	163	154	147
高槻市	479	473	382
摂津市	1	1	1

以上より、この地域は大阪万国博覧会の開催を契機に開発が進み、交通施設が整備されたことによって、住宅地や商工業用地が増加することとなった。交通の利便性の高さから工場が立地し、交通需要の増大に伴って茨木川が埋め立てられ、駅前に商業施設を立地させるために茨木駅周辺の沼を埋め立てる等、多くの自然を破壊してきた。このようにして、都市化とともに人と自然との距離を遠ざけてきたことがわかる。また、1980年代から整備されてきた公園・緑地は、自然が失われた都市域で生活する人々にとって、自然と触れあえる貴重な空間であるといえる。

2.3 自然的空間の利用実態調査

2.3.1 空間の階層的分類^{11) 12)}

まず、対象地域にある1 ha以上の自然的空間の現地調査を行った。調査は主に、1999年7月から11月に行い、その後も毎年数回の調査を行った。序論で述べたように、1 ha以上としたのは、地震時の火災を考慮した避難空間としての利用を考えたためである。この調査は利用実態から空間を分類するために行ったものである。このため、以下に示す空間の構成要素等の空間特性と利用実態の關係に着目した。調査項目を表2.2に示しておく。

①空間特性（規模、休憩施設、広場、水辺の有無および形態等）

②利用実態（利用目的・利用グループ・利用者の年齢層等）

①は②に大きく影響していることが現地調査より観察された。つまり、空間によって利用者層や利用目的（遊び）が異なっているということである。したがって、利用者は目的に応じて空間を使い分けていると考えられる。また、特に、空間の規模の違いによって利用実態が大きく異なることが観察された。

以上のことから、分類は空間の規模に着目することとした。なお、分類基準は、公園の分類を誘致距離と規模によって行っている都市公園の分類^{13) 14)}を参考にした。そして、自然的空間を4つの階層に分類することとした。規模の小さい方から順に「近隣レベル」（2 haを標準、空間数は34、以下同様）、「地区レベル」（4 ha、10）、「市レベル」（10 ha、5）、「広域レベル」（30 ha、3）である。ただし、淀川は5つの整備区間毎に分けて数えている。レベル毎の空間の名称を表2.3に示しておく。

表 2.2 現地調査項目

・利用状況（人数・利用目的・利用グループ・利用者の年齢層等）
・水辺（有無・河川やため池等の形態・水際線の形状・アプローチの可能性・生物・ におい・地震時の水の取得の可能性）
・緑（緑量・配置・樹木や草花の種類・花壇）
・周辺状況（周辺土地利用・周辺の施設）
・アクセス（駐車場・駐輪場・バス停・駅・モノレール）
・その他（遊具・休憩施設・トイレ・水道・照明・遊歩道・維持管理の状況・災害 時用施設・公民館等）

表 2.3 階層毎の空間名と面積 (1) ¹⁵⁾

階層	No.	空間名	市	面積 (ha)	開設年度 (年度)
近隣 レベル	1	芥川緑地	高槻市	1.0	1987
	2	山手台中央公園	茨木市	1.0	1979
	3	桑田公園	茨木市	1.0	1996
	4	佐井寺南が丘公園	吹田市	1.0	1996
	5	新芦屋中央公園	吹田市	1.1	1980
	6	沢良宜公園	茨木市	1.1	1987
	7	平和公園	摂津市	1.1	1986
	8	鳥飼中部第1公園	摂津市	1.1	1980
	9	鳥飼中部第4公園	摂津市	1.1	1987
	10	ねむの木公園	吹田市	1.2	1966
	11	南平台中央公園	高槻市	1.2	1984
	12	庄屋公園	摂津市	1.4	1982
	13	くちなし公園	吹田市	1.7	1967
	14	緑が丘公園	高槻市	1.7	1995
	15	水尾公園	茨木市	1.7	1994
	16	市場池公園	摂津市	1.8	1997
	17	山田西公園	吹田市	1.9	1986
	18	竹見公園	吹田市	2.0	1968
	19	島三号公園	茨木市	2.0	1974
	20	藤白公園	吹田市	2.3	1967
	21	江坂公園	吹田市	2.3	1969
	22	南吹田公園	吹田市	2.3	1973
	23	中央公園	茨木市	2.4	1950
	24	郡山公園	茨木市	2.4	1974
	25	青山公園	吹田市	2.7	1966
	26	高野公園	吹田市	2.7	1964
	27	上の池公園	高槻市	2.7	1991
	28	古江公園	吹田市	3.0	1965
	29	津雲公園	吹田市	3.0	1964
	30	佐竹公園	吹田市	3.1	1963
	31	津之江公園	高槻市	3.2	1969
	32	清水池	高槻市	—	—
	33	芥川	高槻市	—	—
	34	安威川	茨木市	—	—

表 2.3 階層毎の空間名と面積 (2) ¹⁵⁾

階層	No.	空間名	市	面積 (ha)	開設年度 (年度)
地区 レベル	35	若園公園	茨木市	3.6	1969
	36	紫金山 (史跡) 公園	吹田市	3.8(池面積除く)	1973
	37	片山公園	吹田市	4.0	1966
	38	耳原大池公園	茨木市	4.2	1996
	39	城跡公園	高槻市	4.4	1956
	40	檜の木公園	吹田市・豊中市	5.3	1968
	41	桃山公園	吹田市	6.0	1971
	42	中の島公園	吹田市	6.4	1951
	43	西河原公園	茨木市	6.8	1973
	44	千里南公園	吹田市	9.5	1963
市 レベル	45	千里中央公園	吹田市・豊中市	14.2	1968
	46	忍頂寺スポーツ公園	茨木市	20.0	2000
	47	千里北公園	吹田市	30.1	1965
	48	萩谷総合公園	高槻市	35.0	1998
	49	淀川河川敷公園	高槻市・摂津市	42.1 (全整備区間合計)	—
広域 レベル	50	摂津峡公園	高槻市	37.2	1925
	51	服部緑地	吹田市・豊中市	126.3	1956
	52	万博公園	吹田市	129.0	1969

次に、階層間の関係について分析を行う。ここでは、居住地から最も近い空間を表現することができるボロノイ領域 ¹⁶⁾ を用いて、階層間の関係について述べることにする。ここでボロノイを用いるのは、日常時の自然と触れあう機会の公平性を考えるにあたり、居住地から空間までの距離は最も重要な要因であると考えたためである。

ボロノイ領域とは、平面上における自然的空間の点の座標を $P_i(x_i, y_i)$ として与えたとき、空間 P_i の領域 $V_n(P_i)$ が次の式 (2.1) で表される領域のことである。

$$V_n(P_i) = \{p | d(p, p_i) \leq d(p, p_j), j \neq i, j = 1, 2, \dots, n\} \quad (2.1)$$

ここで、 p は任意の点の座標を表し、 p_i, p_j は空間 i, j の座標を表し、 $d(p, p_i)$ は p と p_i の距離を表している。つまり、住民が最も近い空間を利用すると仮定すれば、ボロノイ領域は空間の勢力圏を表していることになる。

階層毎に各自然的空間を母点としたボロノイ領域を設定し、4階層のボロノイ図を重ねあわせると、各階層の空間が他の階層に対して関係圏を持っていることがわかる(図 2.5)。この図は、各階層のボロノイ領域が1つ上の階層のどのボロノイ領域に含まれるかを、矢印を用いて表現したものである。ここで、空間選択行動を考えると、利用者は空間までの

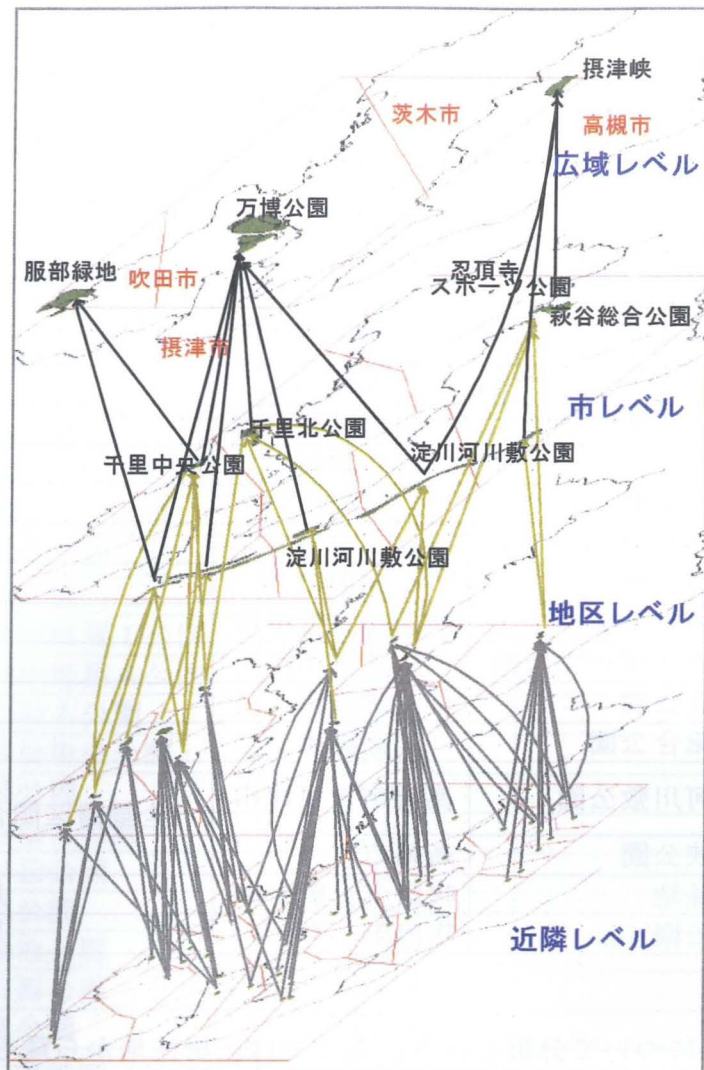


図 2.5 空間階層間の関係図

距離が近いことを好むであろう。しかし、近い空間が好ましい空間でなかったり、その時の利用目的を達成することの出来ない空間であれば、少し離れても好ましい空間を探すであろう。このように考えれば、この階層化は空間選択における選択肢を表現したものであり、利用者が距離の最も近い各階層の自然的空間を選択すると仮定すれば、選択行動を表現していると考えられる。

また、ある空間のボロノイ領域が大きいということは、その空間の周辺に同階層の空間がないことを表している。これより、この空間は周辺地域において重要性が高いと考えられる。

このように階層的に自然的空間を眺めることによって、各階層の関係を見ることができただけでなく、利用者にとっては市の境界に関係なく選択肢が存在することがわかる。実際、個人の住んでいる市の空間のみを利用しているのではない¹⁷⁾ため、隣接する市は互

いに空間の質を考慮した配置計画を行うべきであるといえる。

以降では、自然的空間を階層的に捉えて分析を行っていくこととする。

2.3.2 空間の利用実態調査の概要

本論文では、自然的空間の利用者である住民の視点から空間計画について論じるため、空間の利用実態および空間に対する印象について、北摂地域の住民を対象にしたアンケート調査を行った。調査は1999年10月である。以下に、調査の概要として、調査項目、サンプル数の決定と回収数、調査方法について述べる。

1) 調査項目

この調査の目的は、各自然的空間の利用実態を明らかにすることと、第4章で述べる空間の構成要素と利用者心理との関係を明らかにすることである。このため、前者に関しては、どの空間をどのような目的で利用しているか等、利用実態に関する質問項目を設定した。後者に関しては、自然的空間の特性（主として空間の構成要素）と利用者心理に関する質問を設定した。（詳しくは第4章で述べることとする。）また、回答者の属性に関する質問も行っている。具体的な調査項目と内容を表2.4に示しておく。

表 2.4 アンケート調査項目

調査項目	内容
個人属性	性別・年齢・住所・家族構成等
利用実態に関する質問	利用する・しない 利用する空間（名称・頻度・移動手段・滞在時間・利用グループ・利用目的・満足度・空間特性に関する評価）
自然的空間の特性に関する質問	距離的に行きやすい・交通の便がよい・駐車（輪）場が多い・広い 樹木が多い・草花が多い・鳥が多い・昆虫が多い・生物が多い 休憩施設が多い・遊歩道が多い・遊び場が多い・手入れが行き届いている
利用者心理に関する質問	自然と触れあいやすい・やすらぎを感じる・身近に感じる のんびりできる・個性的だと感じる・行きやすい・静かだと感じる 景色や風景がよい・季節感を感じる・歴史を感じる

2) サンプル数の決定^{18) 19) 20)}と回収結果

このアンケート調査は標本調査であるため、サンプル数を決定する必要がある。標本調査では標本誤差が生じる。これは標本から全体を推測することによって生じる誤差である。

この誤差をどの程度まで許容するか（信頼度をどの程度にするか）によって、サンプル数は決定される。サンプル数の決定にはアンケートの質問項目に対する回答の分散を用いる方法と、母比率（母集団の中である属性を有する単位比率）を用いる方法がある。前者は、調査が繰り返し行われており、分散 σ^2 が推測できる場合に用いられる。この時のサンプル数 n は次の式 (2.2) で与えられる。

$$n \geq \frac{N}{1 + \left(\frac{\varepsilon}{k}\right)^2 \frac{N-1}{\sigma^2}} \quad (2.2)$$

なお、 N は母集団の数であり、 ε は精度（信頼区間）、 k は信頼係数を表している。

今回の調査は 1 回だけであるため、母比率 P を用いてサンプル数を決定することとした。この時のサンプル数 n は次の式 (2.3) によって求められる。

$$n \geq \frac{N}{1 + \left(\frac{\varepsilon}{k}\right)^2 \frac{N-1}{P(1-P)}} \quad (2.3)$$

ここで上述した信頼度と式 (2.3) の信頼区間について説明しておく。信頼度とは同様の標本調査を 100 回行って、そのうち何回の調査が目標とする母集団の性質（例えば、母平均や母分散）を推定できているかを表すものであり、多くのアンケート調査では信頼度を 95% とすることが多い。このとき、信頼係数 k は 1.96 をとる。

信頼区間は信頼度に応じて決まるものであり、標本平均にプラスマイナスの幅をつけて作られる区間のことである。標本調査から導き出された結果に、ある幅（信頼区間）を設定することによって、母集団の性質を推定するものである。一般に精度（信頼区間） ε に 5 を用いることが多い。これは、信頼区間を広げると信頼度が下がるというトレードオフの関係が生じるため、5 が妥当な値であるというものである。

また、ここでは母比率 P に 0.5 という値を設定した。これは、母比率 P が設定できない、もしくは推測できないときに用いる値である。 P が 0.5 のとき、 $P(1-P)$ が最大値をとり、サンプル数 n が最大になる。式 (2.2) と式 (2.3) からわかるように、 $\sigma^2 = P(1-P)$ であるため、実際の分散は $P=0.5$ と設定した値よりも小さくなる。これより、 P を 0.5 と設定すると結果の信頼度が下がることはない。

以上より、この調査では、母集団の数 N に対象地域の世帯数（399528 世帯）、信頼度を 95%（ $k=1.96$ ）、精度 ε を 5、母比率 P を 0.5 として必要サンプル数を決定することとする。

これらの値を式 (2.3) に代入すると、必要サンプル数 n は 384 となる。なお、信頼度を 90% ($k=1.65$) とすると、 n は 271 となる。

回収率を 30% 程度と想定し、4 市の世帯数を考慮して配布数を決定した。必要サンプル数、配布数、回収数等を表 2.5 に示す。

表 2.5 サンプル数

	吹田市	茨木市	高槻市	摂津市	4 市全体
必要サンプル数 (信頼度 95%)	132	94	126	32	384
必要サンプル数 (信頼度 90%)	92	65	91	23	271
世帯数 (1995 年)	135782	95458	133119	32559	399528
目標数	150	100	150	100	500
配布数	550	500	500	300	1850
回収数	139	74	97	37	347
回収率 (%)	25.3	14.8	19.2	12.3	18.7

この表より、アンケートの回収率は想定した 30% を下回り、回収数は 347 であった。このサンプル数は信頼度 95% での必要サンプル数には満たないが、90% での必要サンプル数よりは多く回収できている。しかし、摂津市のサンプル数が非常に少なくなっている。このため、以下の分析では市毎の比較は行わないこととする。

このアンケート調査では、特定の空間を指定して質問を行ったのではなく、利用したことのある空間を聞き、その空間に対する質問を行った。このため、回答者に理解しにくい構成になっていたと考えられ、回収率が低くなったと考えられる。

3) 調査方法

調査方法には一般に、面接調査法、留置調査法、郵便調査法、集合調査法、電話調査法がある。これらの調査法の特徴を表 2.6 に示しておく。本研究では対象地域が広いため、郵便調査法を主に用いたが、回収率の低さを考慮し、留置調査法も併用した。サンプルの抽出は、郵便調査法では電話帳を用いた等間隔の無作為抽出で行った。この抽出で選ばれなかった町丁目について、留置調査法を行った。これは、自然的空間に対する回答に地域的な偏りが出ないようにするためである。

表 2.6 アンケート調査方法の概要 ^{18) 19)}

調査方法	概要	特徴
面接調査法	調査員が被調査者を訪問して、一定の調査票に従って被調査者に質問し、その答えを調査員自身が記録する方法である。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査票の回収率が高い。 ・ 質問をよく被調査者に理解させることができる。従って無回答を少なくし、正確な回答を得る確率が高い。 ・ 費用がかかるので調査地域を限ることによる標本誤差が大きい。 ・ 被調査者が不在などで調査ができない場合、追求訪問が必要であり、調査員の労力、費用は非常に大きい。 ・ 調査員の記録の不一致がある。
留置調査法	調査員が被調査者の家を訪問して調査票を渡し、被調査者に記入してもらう方法である。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査票の回収率はやや高い。 ・ 被調査者本人が答えたかどうかわからない。 ・ 質問をよく理解することができないため無回答が多くなり、正確な回答を得ることが困難である。 ・ 面接調査よりも調査地域を拡大することができる。 ・ 追求訪問をしないため調査員の労力、費用は面接調査よりは少なくてすむ。 ・ 自記式の欠点大きい。
郵便調査法	調査票を被調査者に郵便で送り、記入した調査票を返送してもらう方法。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査票の回収率が非常に低くなることもある。 ・ 質問内容をよく理解することができないため、正確な回答を得ることが困難であり、また無回答も多い。 ・ 費用がかからないので他のどの方法よりも調査地域を拡大することができる。 ・ 追求訪問をしないため調査員の労力、費用は直接調査法よりはるかに少なくてすむ。 ・ 自記式の欠点大きい。
集合調査法	一定の場所に被調査者を集めて説明し、いっせいに被調査者自身に答えを記入する方法。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 出席率は余り良くないため調査票の回収率も低い。 ・ 質問をよく理解させることができ、正確な回答を得る可能性が大きく、無回答を少なくすることができる。 ・ 費用は面接調査法より少なくてすむので面接調査法より幾分調査地域を拡大することができる。 ・ 追求訪問をしないから調査員の労力、費用は面接調査法よりは少なくてすむ。 ・ 集まった調査者のうち1人の発言でも大きなゆがみを起こさせる危険がある。
電話調査法	電話の持ち主を被調査者として調査員が電話で接触し、情報を収集する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 面接法とくらべれば、直接的に本人を捉えやすい。 ・ 声からであるが、大体本人の確認ができる。 ・ 説明の可能性があるから誤解のチェックができる。 ・ 不完全票が少なく、回収率は相対的に高い。 ・ 費用は安くなる。 ・ 面接していないからことわりやすい。 ・ 複雑な質問をすることは困難である。

2.3.3 利用実態からみた空間の機能

ここでは、アンケート調査結果をもとに、空間階層別の利用実態について示す。さらに、現地調査とアンケート調査の結果から、空間階層別の機能について述べることにする。なお、以下の集計で用いた階層別のサンプル数は、近隣レベル 93、地区レベル 51、市レベル 50、広域レベル 127 である。

まず、階層別に集計した利用目的を表 2.7 と表 2.8 に、利用グループ、滞在時間を図 2.6 と図 2.7 に示す。これより、規模の小さい空間は散歩・散策目的の利用が多く、大きい空間は自然と触れあう遊びが多いという傾向が見られた。図 2.6 より、市・広域レベルではグループで利用することが多く、特に、広域レベルの空間は家族で利用されることが多いことがわかる。さらに、図 2.7 より規模が大きい空間の方が滞在時間は長いことがわかる。これより、階層毎に利用実態が異なっているといえる。

表 2.7 階層別利用目的

利用目的カテゴリー	近隣 (%)	地区 (%)	市 (%)	広域 (%)
散歩・散策	37.6	32.7	27.7	28.9
自然を眺める遊び	8.6	9.4	1.0	16.7
コミュニケーション	10.8	16.2	14.5	14.3
運動	10.8	11.5	12.3	8.3
休憩	12.2	11.9	12.3	10.8
自然に触れる遊び	4.7	3.6	9.5	10.5
イベント	2.5	6.1	1.4	3.0
通り抜け	8.2	6.5	3.6	1.8
その他	4.7	2.2	8.6	5.7

表 2.8 利用目的のカテゴリー

利用目的カテゴリー	利用目的
散歩・散策	散歩・散策・ペットの散歩
自然を眺める遊び	景色や風景を楽しむ・写真・花見等
コミュニケーション	子供を遊ばせる・会話・待ち合わせ
運動	ジョギング・体操・軽い運動・スポーツ
休憩	休憩・ひなたぼっこ・ボーとする・読書
自然に触れる遊び	釣り・水辺で遊ぶ・虫捕り
イベント	花火大会・フリーマーケット等
通り抜け	通り抜け
その他	仕事・遊具で遊ぶ・学校の用事等

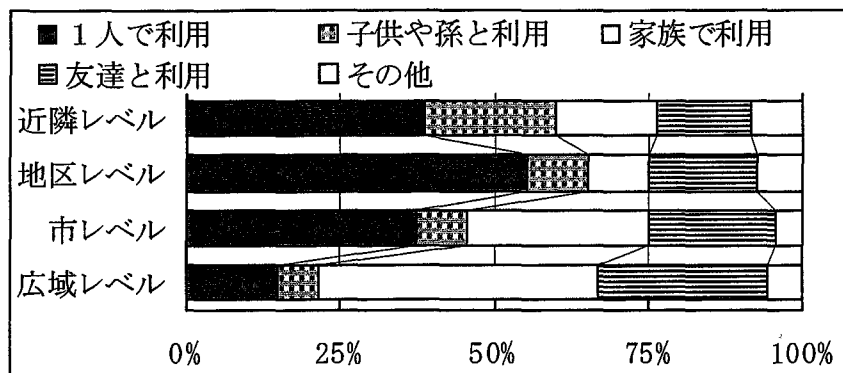


図 2.6 階層別利用グループ

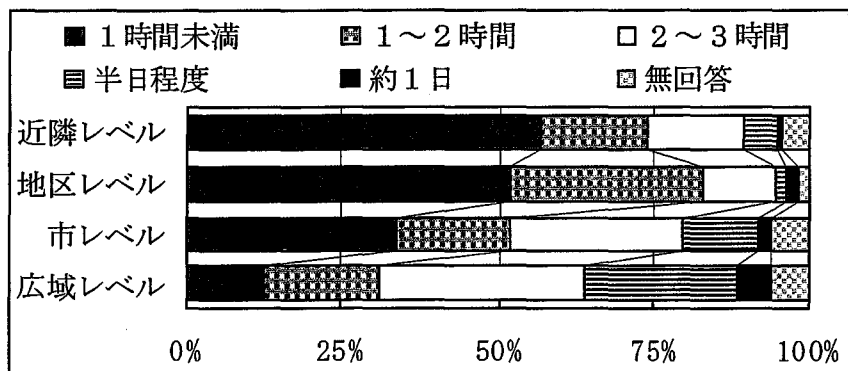


図 2.7 階層別滞在時間

次に、現地調査とアンケート調査の結果より、階層毎の利用実態の特徴を以下に示す。

①近隣レベル

散歩・散策目的の利用が多く、特に夕方は犬の散歩をしている利用者を多く見かけた。時間帯や利用者層に関しては、季節による違いはあるものの、高齢者は朝夕に多く、小さい子供を連れた母親のグループは午前中に多く見られた。夕方には小学生が多く、特に低学年の子供が遊具を使った遊びや虫採りをしている姿をよく見かけた。

現地調査は複数回行っているが、同じ時間帯には同じ利用者の姿を見かけた。

②地区レベル

近隣レベルと同様に、散歩・散策目的の利用が多く、特に夕方は犬の散歩をしている利用者を多く見かけた。ため池のある空間では釣りをしている人も多く、広場のある空間ではサッカーや野球等のボールを使った遊びをしている小学校高学年から中学生ぐらいの子供の姿をよく見かけた。

③市レベル

このレベルでは、淀川河川公園を除く全ての空間で運動施設（競技場・体育館等）があるため、スポーツを目的とした利用者が多く、車で空間まで来る人を多く見受けた。

忍頂寺スポーツ公園および萩谷総合公園は山麓部にあるため、平日の利用者は少なかった。しかし、千里中央公園および北千里公園は、平日には主婦層や高齢者が多く、休日には家族連れでバーベキューやお弁当を食べている姿が見られた。淀川河川公園では夕方にゴルフの練習をしている人の姿をよく見かけた。

④広域レベル

このレベルの3つの空間はそれぞれ異なった特徴が見られた。摂津峡では、特に夏はバーベキューをしている人が多く、水に入って遊ぶ子供の姿を多く見かけた。利用者は家族と20代ぐらいのグループが多かった。服部緑地では近隣から市レベルまでの空間で行われている遊びの殆どが見られた。他のレベルとの違いは、散歩やジョギング等をしている人の姿を朝から夕方までいつでも見られたことである。万博公園では、様々な年齢層の利用者の姿を見かけた。特にここでは、フリーマーケット等のイベントが多く、それを目的にした利用者も多く見られた。さらに、民族学博物館や日本庭園といった他には無い施設があるため、スーツや着物を着た人の利用者も多く見られた。

3つの空間の共通点としては、空間へ車や電車等で来る人が多いこと、春の桜や秋の紅葉といった季節的な利用者が多いことがあげられる。

以上より、階層毎に利用実態が異なるとともに、規模が大きな空間では多様な利用が行われていることがわかる。逆に、小さな空間では徒歩で利用することから、日常的に近隣住民に利用されている。また、空間の位置によっても利用実態に違いが見られる。

階層毎に利用実態が異なるため、住民の多様な空間利用からみたとき、階層間の関係を考慮した配置計画が必要であるといえる。

2.4 結言

本章では、2.2 で、都市化に伴う自然・社会環境の変化を分析し、住民の身近な自然がどのようにして失われてきたかを示した。

北摂地域の開発は、1970年の大阪万国博覧会の開催を契機に行われ始め、交通施設が整備され、千里ニュータウンをはじめとする住宅地開発が行われてきた。この結果、1970年代には緑はそのつながりを失い、市街地の拡大に伴って人が生活する場と自然とが離れていくこととなった。この市街地の拡大には市によって違いがあり、現在の自然的空間の配置に影響している。具体的には、吹田市は市街地が分散傾向を示し、樹林地等を残しながら開発したことにより、現在は住宅地の中に公園・緑地が存在している。一方、茨木市と高槻市では、JR 東海道本線および阪急京都線沿線から市街化が進行し、北部山麓部や淀川沿岸部へと外延的に開発が進んだ。この結果、駅周辺の利便性の高い地域で生活している住民は、日常的に自然と触れあうことが難しくなっている。また、摂津市は他の市と比べて市街化が遅かったが、大阪モノレールの開通により住宅地が拡大している。

2.3 では、まず、空間の特性と利用実態に着目した現地調査を行った。この結果、空間の規模によって利用実態が大きく異なることが観察された。これより、空間を規模によって4つの階層に分類した。さらに、階層毎に居住地から最も近い空間を表現するボロノイ領域を設定することによって、自然的空間の階層関係と隣接関係を表現した。

利用実態に関するアンケート調査より、利用目的・滞在時間・利用グループが階層毎に異なることを示した。さらに、現地調査とアンケート調査から、空間利用からみた階層毎の空間の機能について述べた。そして、地域住民の空間利用からみたとき、空間の階層分類が有効であることを示した。また、このような利用実態の違いより、住民の多様な空間利用を考えると、階層間の関係を考慮した空間の配置計画が必要であるといえる。

次章では、空間の構成要素の違いや階層間の関係を考慮して、利用行動からみた現在の空間配置の評価を行う。また、環境変化の分析結果については、第5章で震災ハザードマップを考慮した考察を行う。つまり、この変化を防災・減災という視点から捉えるということである。

～参考文献～

- 1) 中山徹：大阪の緑を考える、東方出版、1994.
- 2) 吹田市：吹田市新総合計画に係わる基礎調査、1993.
- 3) 大阪府農林水産部耕地課：オアシス構想ため池整備基本構想、1991.

- 4) 東京都環境保全局水質保全部：生態系の保全・復元に配慮した水辺環境の改善事例
30、東京都、1996.
- 5) 大阪府：大阪府環境白書、2001.
- 6) 豊かな環境づくり大阪府民会議：豊かな環境づくり大阪行動計画、2000.
- 7) 萩原良巳・神谷大介・山口勝広・吉澤源太郎・川村真也：都市域における自然的アメ
ニティ空間計画の目標設定に関する研究、総合防災研究報告第 12 号、京都大学防災
研究所、2000.
- 8) 神谷大介・萩原良巳：都市域における震災リスクの変化に関する地域分析、日本地域
学会第 38 回年次大会、pp.155-162、2001.
- 9) 高槻市史編纂編集委員会：高槻市史、高槻市、1984.
- 10) 大阪府耕地課：ため池分級調査資料、2000.
- 11) 神谷大介・吉澤源太郎・萩原良巳・吉川和広：都市域における自然的空間の整備計画
に関する研究、環境システム研究論文集、Vol.28、pp.367-373、2000.
- 12) M.D.Mesarovic・D.Macko・Y.Takahara：階層システム論、共立出版、1974.
- 13) 内山正雄：都市緑地の計画と設計、彰国社、1987.
- 14) 小野佐和子：こんな公園がほしい、築地書館、1997.
- 15) 大阪府土木部公園課：大阪府都市公園一覧表、1998.
- 16) 岡部篤行・鈴木敦夫：シリーズ現代人の数理 3 最適配置の数理、朝倉書店、1992.
- 17) 神谷大介：密集市街地内ため池公園の環境資源価値評価に関する研究、関西大学卒業
論文、1998.
- 18) 中道實：社会調査方法論、恒星社厚生閣、1997.
- 19) ㈱日水コン システム開発室：河川計画のための社会調査に移管する研究、NSC 研究
年報 Vol.12、No.4、1984.
- 20) 飽戸弘：社会調査ハンドブック、日本経済新聞社、1987.

第3章 利用行動に着目した遊び空間とその配置の評価

3.1 緒言

前章では、住民にとって身近な自然が都市化によって減少し、人と自然との距離が離れてきたことを示し、さらに、それには地域差があることを明らかにした。そして、現在の都市域において、自然的空間は住民が自然と触れあえる貴重な空間となっていることを述べた。さらに、空間階層毎に利用実態が異なるため、利用目的の多様性に着目し、階層間の関係を考慮した空間の質の配置計画が必要であることを述べた。

利用者は様々な目的で空間を利用しており、目的はその時々で異なる。さらに、利用者によって目的は多様である。しかし、空間利用のほとんどは、その時々を行動を（意識的にせよ無意識的にせよ）楽しむことを目的としていると考えられる。本章では、このような楽しさを感じる行動を「遊び」として捉える。そして、このような行動からみたとき、自然的空間は遊びを通して、人と人、人と自然が触れあう空間である。この意味で、この空間を遊び空間と呼ぶこともできる。

序論でも述べたように、現在の公園・緑地計画では、誘致距離や1人当たり公園面積といった数値目標が主に掲げられており¹⁾、類似した空間ばかりであるという批判もある²⁾³⁾。つまり、利用者が行う質的な遊びを考慮していないのである。自然的空間の配置計画では、空間の質（空間の構成要素およびその組み合わせ）を考慮した配置を行わなければならない。なぜなら、空間の質によって遊びが異なるからである。例えば、水辺のある空間でしか水に親しむ遊びはできないのである。

1つの空間で全ての利用目的に対応したものを整備することは、規模が小さい空間では困難である。そのため、地域全体として多様な目的に対応した整備を行うことが重要となる。つまり、空間の階層関係と隣接関係を考慮した質的な空間計画が必要である。こうして、地域住民の利用空間での遊びの形態に着目し、空間同士の関係を考慮して、空間配置の評価を行う必要が生じる。

このため本章では、まず、現地調査で観察された遊びの形態と空間の構成要素の関係を整理し、クラスター分析を用いて遊びの形態を分類する。この関係に着目したのは、遊びを媒介として地域住民と自然的空間を関連づけ、空間計画の情報とするためである。次に、分類された遊びと構成要素の関係をj用いて、遊びの多様性からみた空間の評価を行う。さ

らに、前章で設定した空間のボロノイ領域を用いて、遊びからみた空間配置の評価を行う。ボロノイ領域を用いるのは、空間の隣接関係が表現できるとともに、遊びからみた空間の質の偏在が表現できるためである。

3.2 利用行動の分類^{4) 5) 6)}

3.2.1 自然的空間の構成要素の分類

前節で述べたように、空間利用のほとんどは、様々な行動を楽しむことを目的としている。特に目的を持たずに空間を利用したときでも、そこに無意識的にいやしを求め、やすらぎを見いだしたり、人とか鳥とか木々や草花とかと話ができたりすることを楽しんでいるであろう。つまり、空間の利用行動は楽しさを感じる、もしくは楽しさを目的とした行動だと考えられる。ここでは、このような行動を「遊び」として捉える。

「遊び」は広く遊戯一般にわたる意味のほか、緊張の弛み、娯楽、暇つぶし、気張らし、遠足、浪費、賭事、怠惰、等の形態も持っている。さらに、何かを演ずる、あるものを表現する、模倣すると言う形態にも使われる。序論で述べたように、ヨハン・ホイジンガ⁷⁾は「遊び」の概念を「遊びとは、あるはっきり定められた時間、空間の範囲内で行われる自発的な行為もしくは活動である。それは自発的に受け入れられた規則に従っている。その規則はいったん受け入れられた以上は絶対的な拘束力を持っている。遊びの目的は行為そのものの中にある。それは緊張と喜びの感情を伴い、またこれは<日常生活>とは<別のもの>という意識に裏付けられている。」と定義している。そして、「人間は遊ぶ存在である。」と述べている。

遊びは場所や人数によって変化し、年齢等の個人属性によっても異なる。日々の生活の中で遊びは行われ、その時々感情や場所によって変化するものである。その中で、楽しさを感じるという点は共通している。これより本研究における遊びを、ヨハン・ホイジンガの定義をゆるめ「自然的空間内で自発的に行われ、楽しさを感じる行動」と定義する。

前章で述べた現地調査では、61の遊びの形態が観察された。遊びからみた空間の違いを明らかにするため、観察された61の遊びの形態を空間の構成要素を用いて分類する。なお、本章では特に、空間利用の日常性に着目する。これは、樹木の種類や各空間で行われるイベント等の全てを把握することが出来なかったため、非日常的な空間利用の関連を分析で

きないことによる。そして、対象とする空間を減災目的と考えたとき、日常的利用がより重要と考えたためである。

遊び形態の分類のために着目する空間の構成要素は、自然的空間が遊びを通して人と人、人と自然が触れあえる空間であることを考慮して設定する。このため、空間の構成要素の中で、特に、自然的な要素である水・土・緑を重視することとする。

分類のために着目した構成要素を表 3.1 に示す。なお、土と緑はその組み合わせにより整理している。例えば、土の広場を囲むように樹木がある場合は樹木・囲・土と表している。そして、全ての空間に対して、これらの構成要素の有無を整理する。

表 3.1 着目した構成要素

水辺	ため池	
	河川	
	せせらぎ	
	人工水路	
樹木	密	土
	疎	土・草・舗装
	囲む	土・草・舗装
	無し	土・草・舗装
休憩施設	四阿	
	ベンチ	

3.2.2 「遊び」の形態のクラスター分析

次に遊びに対する重要度で構成要素に得点を与え、類似度を距離で定義したクラスター分析を行う。クラスター分析 (Cluster Analysis) とは、対象に関する複数個の計測値を基に、「似たもの同士」をかたまり (クラスター) に集める手法である⁸⁾。

この分析のためには、遊び間の類似度を距離として定義する必要がある。類似度は遊びの特性値を用いて定義する。ここでいう特性値とは、各遊びに対する構成要素の重要度の得点である。特性値は遊びに対して必要な構成要素に対して 2、ある方が好ましい構成要素に対して 1、関係のない構成要素に 0 として与える。

類似度の定義には一般に、ユークリッド距離、重み付きユークリッド距離、マハラノビス汎距離がある。 α 番目の遊びと β 番目の遊びの特性値を次式のように与えると、

$$\mathbf{x}_\alpha = (x_{\alpha 1}, x_{\alpha 2}, \dots, x_{\alpha i}, \dots, x_{\alpha p}) \quad (i = 1, 2, \dots, p) \quad (3.1)$$

$$\mathbf{x}_\beta = (x_{\beta 1}, x_{\beta 2}, \dots, x_{\beta i}, \dots, x_{\beta p}) \quad (3.2)$$

3つの距離 $d_{\alpha\beta}$ は以下のように表される。

$$\text{ユークリッド距離;} \quad d_{\alpha\beta}^2 = \sum_{i=1}^p (x_{\alpha i} - x_{\beta i})^2 \quad (3.3)$$

$$\text{重み付きユークリッド距離;} \quad d_{\alpha\beta}^2 = \sum_{i=1}^p k_i (x_{\alpha i} - x_{\beta i})^2 \quad (3.4)$$

なお、 k_i は特性値 i のウェイトである。

$$\text{マハラノビス汎距離;} \quad d_{\alpha\beta}^2 = (\mathbf{x}_\alpha - \mathbf{x}_\beta)' \Sigma^{-1} (\mathbf{x}_\alpha - \mathbf{x}_\beta) \quad (3.5)$$

ここで、式(3.5)の Σ は p 個の特性値の分散共分散行列であり、 Σ^{-1} はその逆行列を表している。

本章では、遊びの多様性を空間とその配置の評価として用いており、遊びに重要性の違いを設定しないこととする。この理由は、遊びと構成要素の関係からのみ遊びの分類を行っているため、空間の構成要素に重みをつけることは、遊びに重要性をつけることになる。このため、重み付きユークリッド距離は使わない。また、各遊びの特性値(重要度)は0～2の値としているため、分散共分散行列が意味をなさない。このため、マハラノビス汎距離は用いないこととする。これより、ここでは式(3.3)で定義されるユークリッド距離を用いることとする。

クラスター分析の方法は色々あり、参考のため主な方法を表3.2に示しておく。本章では、分類感度が高く、鎖状のクラスターが出来ない最遠隣法を用いることとする。この方法は、複数のクラスターにおいて、各クラスターの中で最も似ていない遊び間で距離を定義する。そして、この距離が最も近いクラスター同士を1つのクラスターにする(クラスターを融合する)方法である。

以上より、ここでは各遊びに対する構成要素の重要度の得点を特性値とし、類似度をユークリッド距離で定義し、最遠隣法によるクラスター分析を行う。この分析から得られるデンドログラムを図3.1に示す。

何を楽しんでいるかという遊びの形態と、遊びに対する構成要素の重要度を考慮してクラスターを決定した。各クラスターの名称とその特徴、およびクラスターに含まれる遊びを表3.3に示す。

次節では、ここで設定した遊びのクラスターを用いて、空間とその配置の評価を行う。なお、次節の分析結果の表記に表3.3のa～hの記号を用いる。

表 3.2 クラスター分析の方法⁸⁾

方法名	特徴
最短距離法 Nearest neighbour method	<p>クラスターaとクラスターbの距離は、それぞれのクラスターに含まれる最も近い対象（遊び）の間の距離で与えられる。</p> <p>クラスター同士が融合するとき、クラスターの対象が鎖状につながるため、分類感度が低い。</p>
最遠隣法 Furthest neighbour method	<p>クラスターaとクラスターbの距離は、それぞれのクラスターに含まれる最も遠い対象（遊び）の間の距離で与えられる。</p> <p>クラスターに属さない対象がクラスターから離れていく傾向、言い換えれば対象の空間が拡散していくため、分類感度が高くなる。</p>
メジアン法 Median method	<p>クラスターaとクラスターbの距離は、それぞれのクラスターに含まれる最も近い対象の間の距離と、最も遠い対象の間の距離の中央値で与えられる。</p> <p>最短距離法と最遠隣法の折衷的な方法である。</p>
重心法 Centroid method	<p>クラスターaとクラスターbの距離は、それぞれのクラスターの重心間の距離で与えられる。</p> <p>上の3つの方法に対して、対象の数を考慮した方法である。</p>
群平均法 Group-average method	<p>クラスターaとクラスターbの距離は、各クラスターに含まれる全ての対象の数と、組み合わせの距離の和によって与えられる。対象で構成される空間の密度を一定にすることができる。</p>

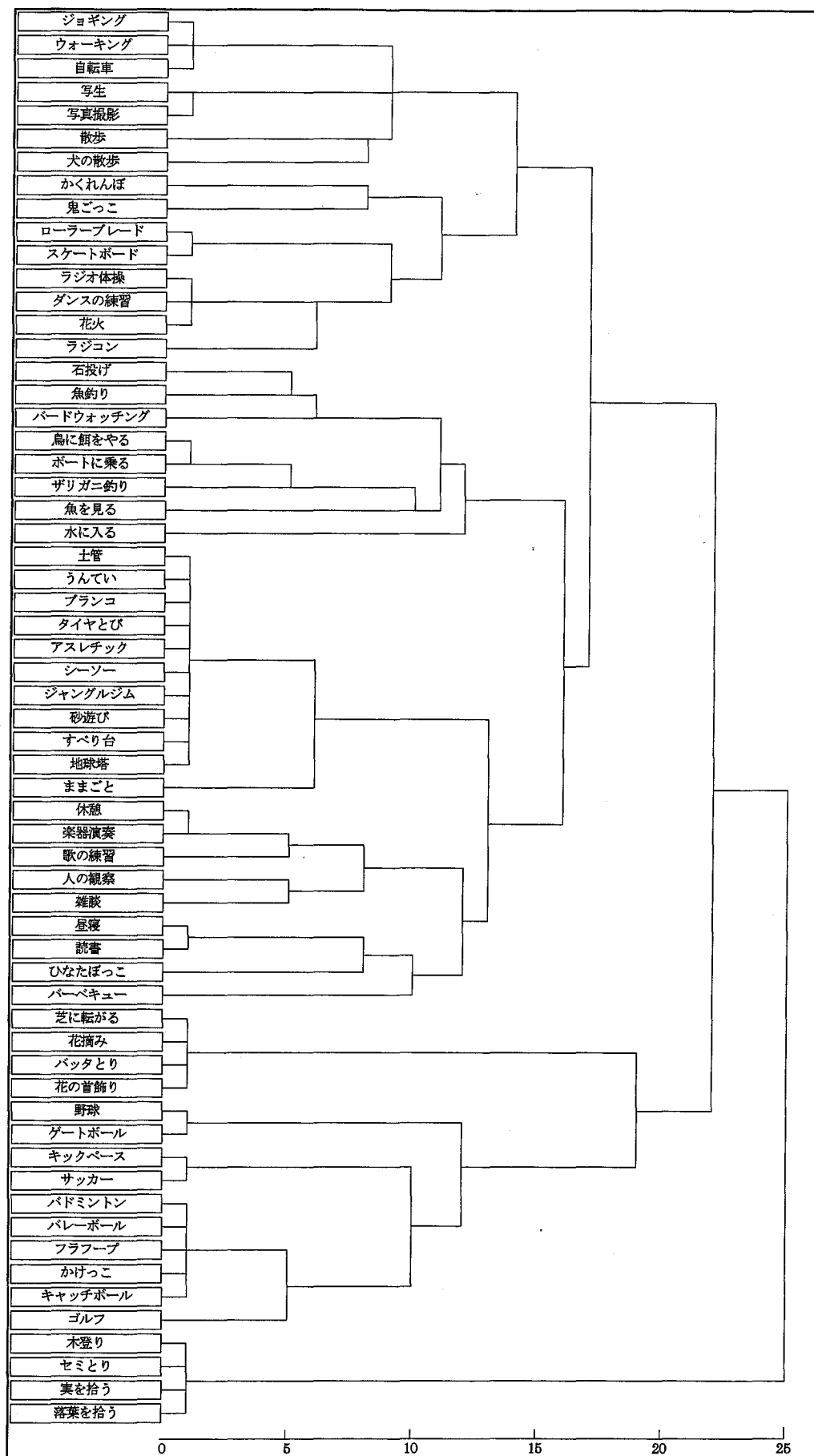


図 3.1 遊び形態に関するデンドログラム

表 3.3 遊び形態のクラスター分析結果

クラスター		特徴	遊び
うつす遊び	a	水辺や樹木、遊歩道を重要とする遊び。場所を移す、景色を移す遊び。	・ジョギング・ウォーキング・自転車・写生する・写真撮影・散歩・犬の散歩
演じる遊び	b	広場を重要とする遊び。鬼や技を演じる遊び。	・ローラブレード・スケートボード・ラジオ体操・ダンスの練習・花火・ラジコン
水と触れあう遊び	c	ため池や河川等の水辺を重要とする遊び。	・石投げ・魚釣り・バードウォッチング・鳥に餌をやる・ボートに乗る・ザリガニつり・魚を見る・水に入る
遊具を使う遊び	d	遊具を重要とする遊び。	・土管・うんてい・ブランコ・タイヤとび・アスレチック・シーソー・ジャングルジム・砂遊び・すべり台・地球塔・ままごと
留まる遊び	e	水辺や休憩施設を重要とする遊び。ある場所に留まって行う遊び。	・休憩・楽器の演奏・歌の練習・人の観察・雑談する・昼寝・読書・ひなたぼっこ・バーベキュー
草花と触れあう遊び	f	地面が草花であることを重要とする遊び。	・芝生に転がる・花摘み・バッタとり・花の首飾りづくり
広場で行う遊び	g	広場を重要とする遊び。	・野球・ゲートボール・キックベース・サッカー・バドミントン ・バレー・フラフープ・かけっこ・キャッチボール・ゴルフ
樹木と触れあう遊び	h	樹木を重要とする遊び。	・木登り・セミとり・実を拾う・落ち葉を拾う

3.3 空間とその配置の評価⁴⁾

本節では、自然的空間の構成要素と遊びの形態のクラスター分析結果の関係から空間配置の評価を行う。まず、これらの関係を表 3.4 に示しておく。これは各分類のクロス要素を、重要なものに1、重要でないものを0として表したものである。これをもとに、各空間でどの遊びができるか、どの遊びに対して好ましい空間であるかを表現し、配置の評価を行う。

なお、近隣レベルは住民にとって最も身近な空間であるため、交通施設（国道・高速道路・鉄道）や河川による分断を考慮し、これらによって分断された地区毎に評価を行う。それ以外は分断が利用にあまり影響しないと考え、居住地から近い空間を表現するボロノイ領域⁹⁾を用いて評価を行う。これを用いる理由は、前述したように、空間の隣接関係が表現できるとともに、遊びからみた空間の質の偏在を表現できるからである。

各空間および階層毎の空間配置の評価は、各空間でできる遊びの数と、8つの遊びのクラスターに対して各々重要な構成要素の数で行う。つまり、前者は空間の遊びからみた多様性の評価であり、後者は個々の遊びのクラスターからみた空間の好ましさの評価である。

表 3.4 構成要素の分類と遊びの分類の関係

遊び 構成要素		a	b	c	d	e	f	g	h	
水 辺	ため池	1	0	1	0	0	0	0	0	
	河川	1	0	1	0	1	0	0	0	
	せせらぎ	1	0	0	0	0	0	0	0	
	人工水路	1	0	0	0	0	0	0	0	
樹 木	密	土	0	0	0	0	0	0	1	
		土	1	0	0	0	0	0	0	1
	疎	草	1	0	0	0	0	1	0	1
		舗装	1	1	0	0	0	0	0	1
	囲	土	1	1	0	0	0	0	1	1
		草	1	0	0	0	0	1	1	1
		舗装	1	1	0	0	0	0	0	1
	無	土	0	1	0	0	0	0	1	0
		草	0	0	0	0	0	1	1	0
	休憩 施設	四阿	0	0	0	0	1	0	0	0
ベンチ		0	0	0	0	1	0	0	0	
遊歩道		1	0	0	0	0	0	0	0	
遊具		0	0	0	1	0	0	0	0	

近隣レベルから順に、評価結果を図 3.2～3.4 に示す。なお、市・広域レベルの空間の数が少ないため、1つのレベルとして表現している。また、図中の記号は表 3.3 に対応しており、各地区およびボロノイ領域で出来る遊びを表している。

これらの図から、以下のことがわかる。すなわち、

1) 住民にとって最も身近な近隣レベルにおいて、名神高速道路以北の地区では多くの遊びができ、南東部の淀川に近づくにつれて遊びが限定されていくことがわかる。また、吹田市南・西部に水と触れあう遊びができない地区が集まっていることがわかる。実際、吹田市には河川が少ないため「水と触れあう遊び」は行いにくくなっている。しかしながら、市内のどこからでも比較的的自然と触れあいやすくなっている。

2) 地区レベルと市・広域レベルの結果より、吹田市北部から茨木市西部にかけて、遊びの多様性からみた評価が高いことがわかる。これは万博公園を中心とした地域にある空間では、利用者にとって多様な遊びが可能であることを表している。この地域は近隣レベルの評

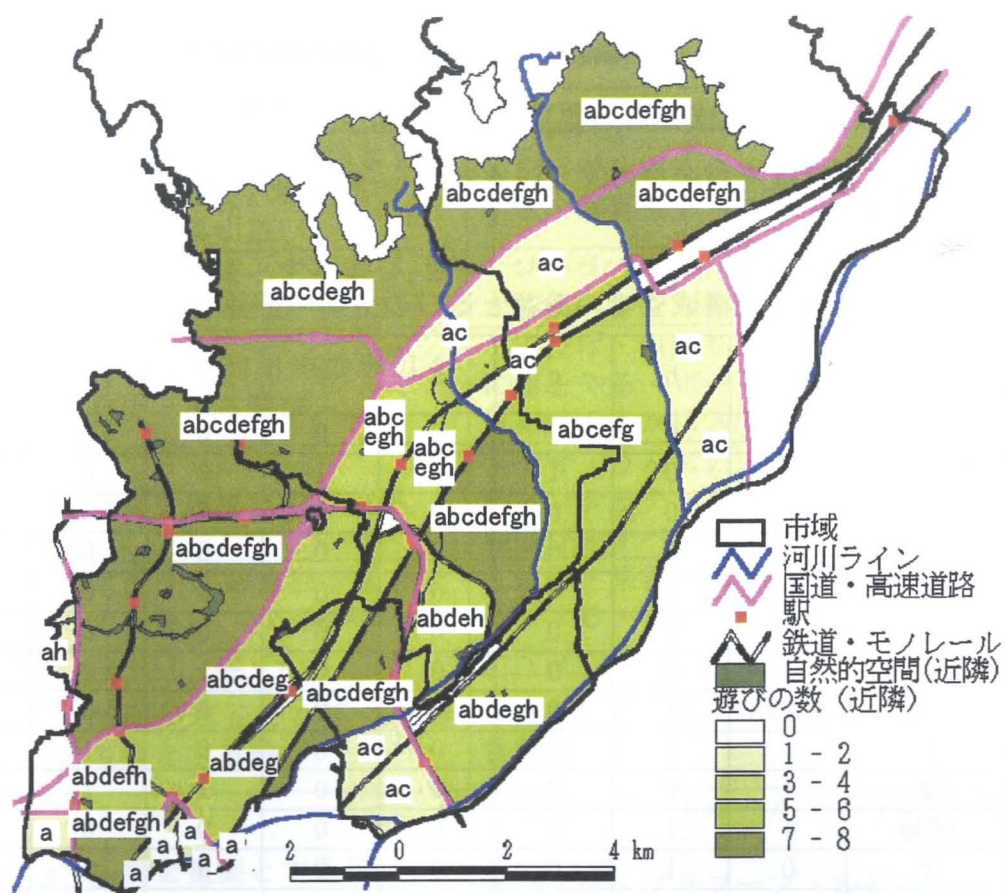


図 3.2 遊びからみた空間配置の評価（近隣レベル）

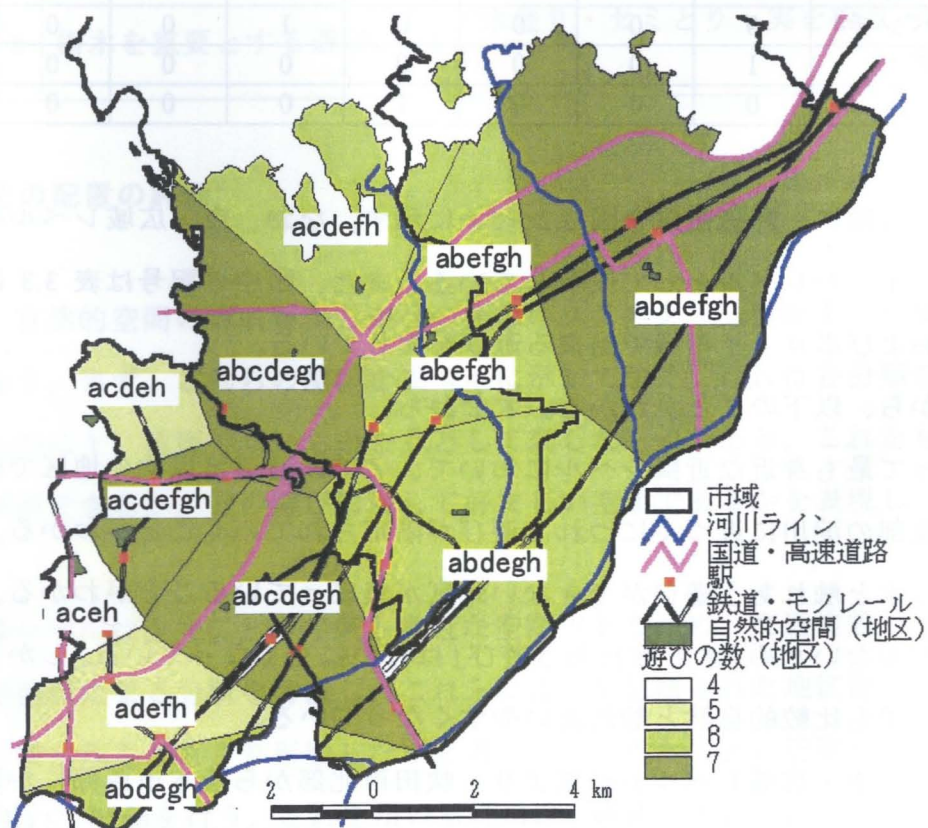


図 3.3 遊びからみた空間配置の評価（地区レベル）

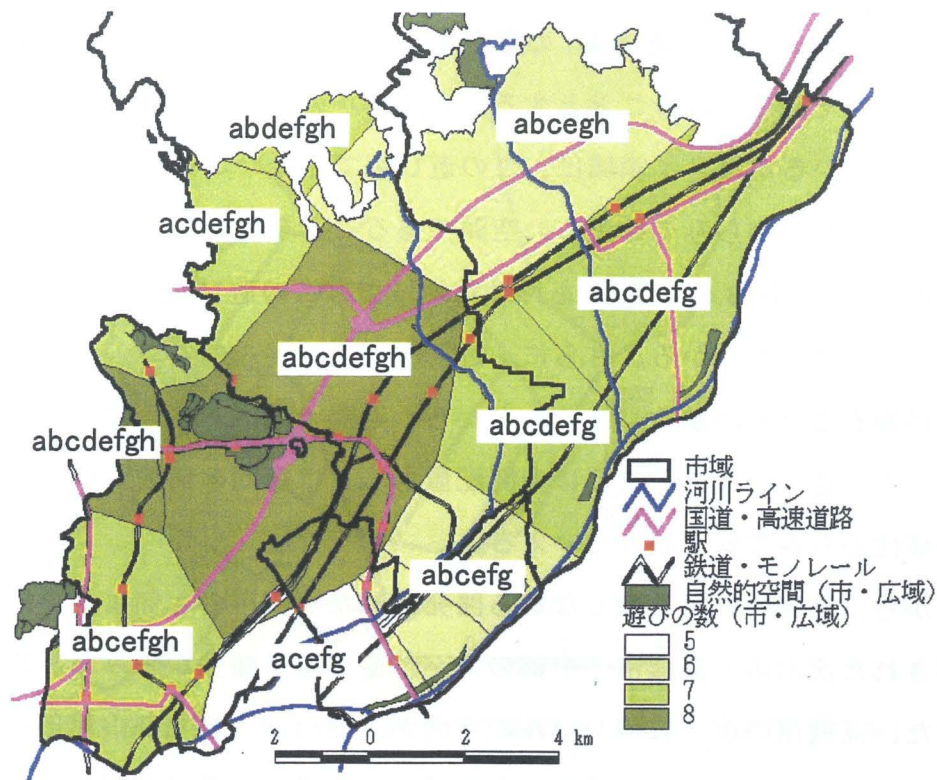


図 3.4 遊びからみた空間配置の評価（市・広域レベル）


価も高いため、遊びからみた自然環境が良い地域であるといえる。前章の結果を踏まえると、計画的に緑を残しながら開発された地域は、遊びから見ても好ましいことがわかる。

3) 階層間の関係を考慮すると、阪急京都線および JR 東海道本線の間に位置する地域は、近隣レベルでは遊びの多様性からみた評価が低く、さらに、市・広域レベルではボロノイ辺の近くに位置する。ボロノイ辺が近くにあるということは、自然的空間から遠いことを意味している。つまり、この地域の住民は身近に自然が少なく、さらにできる遊びも限られているということである。これより、この地区を南北に縦断する安威川および芥川の遊びからみた重要性は高く、また、高槻駅の南に位置する地区レベルの空間である城跡公園は、この地域の住民にとって非常に貴重な空間であることがわかる。

4) 淀川沿岸の地域は近隣レベルでの評価は低く、この地域の地区レベルの空間である若園公園（茨木市）と城跡公園（高槻市）のボロノイ領域が大きくなっている。つまり、この地域の住民にとって淀川河川敷公園は非常に重要な空間であることがわかる。この空間は河川の堤外地にあることを考慮すると、樹木の多い空間を新たに創成する必要があるといえる。

次に多くの地区で出来ない遊びであった「草花と触れあう遊び」に着目して評価を行う。

この遊びに関係する構成要素（表 3.4）の数が多くなるにしたがって、草花と触れあいやすいと考え、この数で評価を行うこととする。各レベルの結果を図 3.5～3.7 に示す。この図で値が 0 となっているボロノイ領域は、この遊びができないことを表し、さらに、値が 1 より 2 の方がこの遊びからみて好ましい空間であることを意味している。

これら 3 つの図より、図 3.6 の  を付けた地域ではこの遊びが市・広域レベルまで行かなければできないことがわかる。さらに、近隣や地区レベルではこの遊びができる空間の配置に偏りがあることもわかる。このことから、近隣・地区レベルでは、空間の隣接関係を考慮して、この遊びができるように空間配置もしくは空間の構成要素を変更することが、遊びの多様性からみて好ましいといえる。

以上の分析から、計画的に緑を残しながら開発された吹田市の北部より、鉄道沿線から外延的に開発された茨木市・高槻市の中部の方が、遊びの多様性からみた評価が低いことがわかる。また、高槻市の市・広域レベルの空間が、淀川および北部山麓部にあるため、鉄道沿線のように早くから都市化が進行した地域では、多様な遊びができる空間と人が多く生活する場が離れていることがわかる。このため、淀川河川公園のボロノイ領域が大きくなり、高槻市において、この空間の重要性は高いといえる。

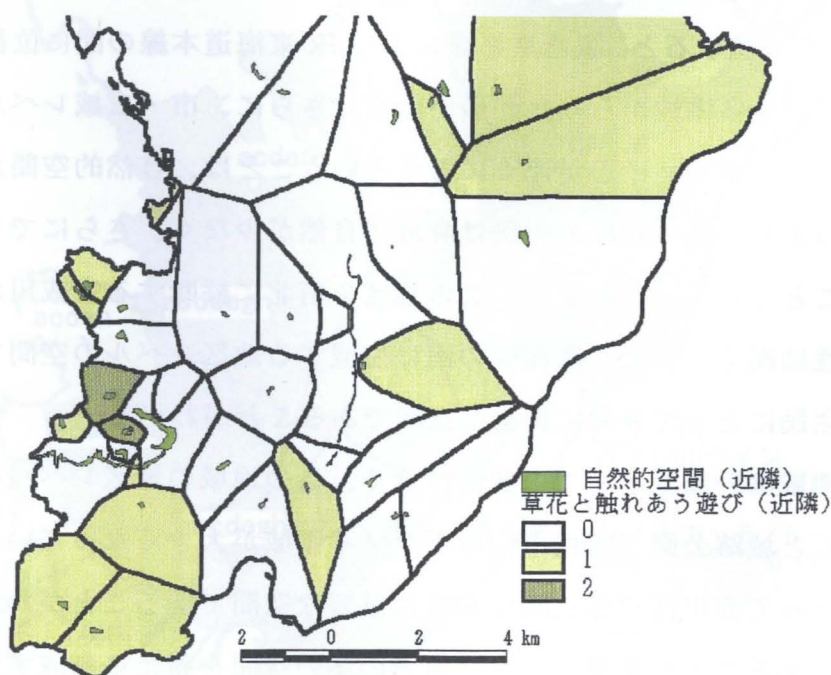


図 3.5 草花と触れあう遊びからみた好ましさを示す（近隣レベル）

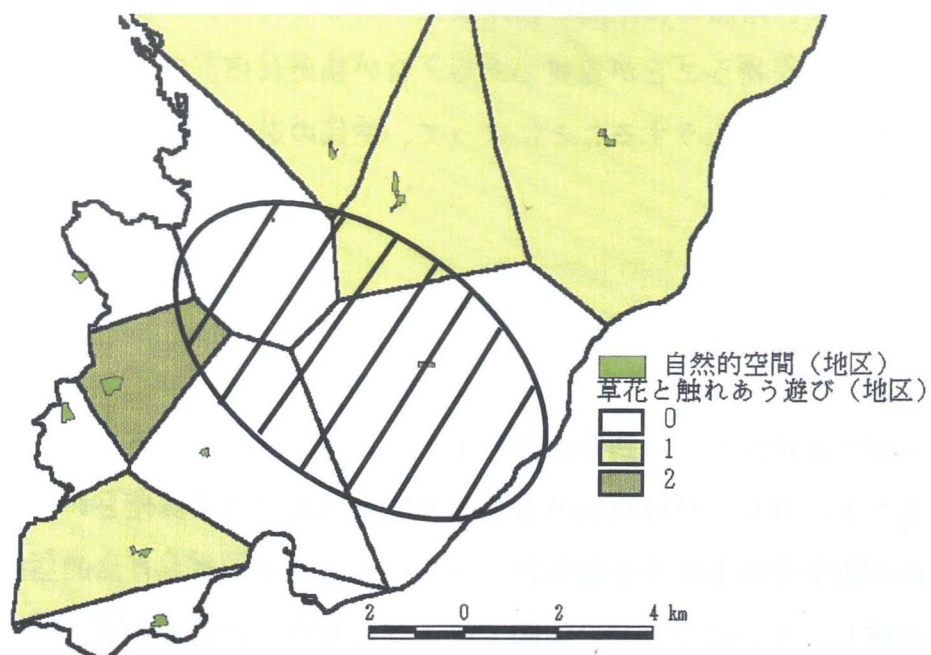


図 3.6 草花と触れあう遊びからみた好ましさ（地区レベル）

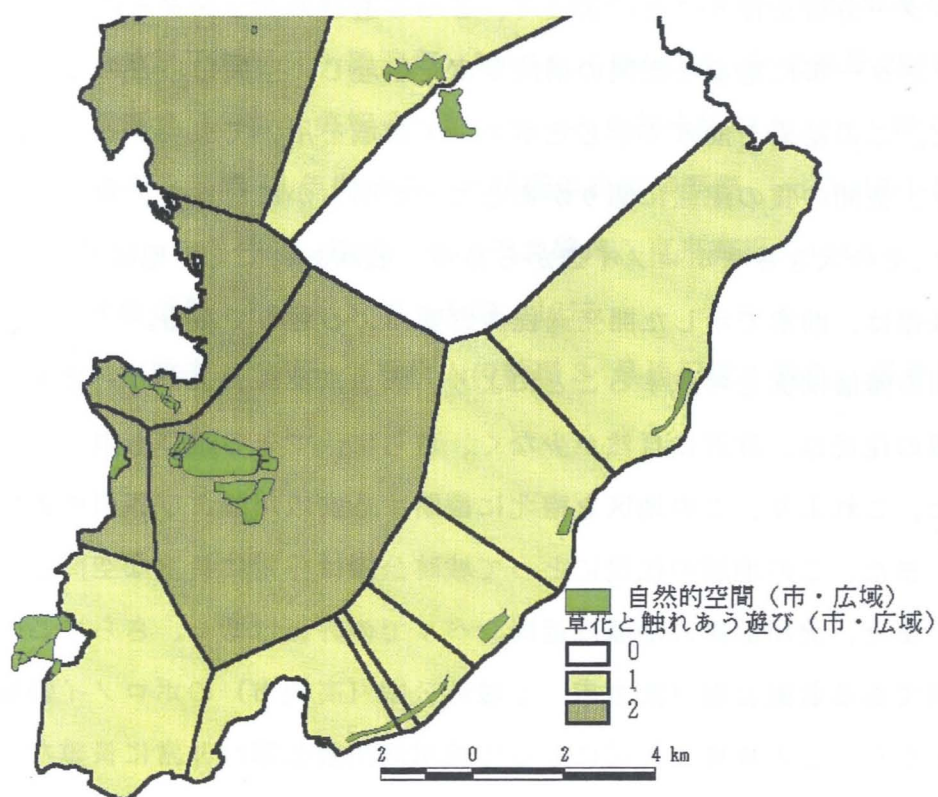


図 3.7 草花と触れあう遊びからみた好ましさ（市・広域レベル）

前章で述べたように、階層毎に空間の利用実態が異なるため、隣接もしくは階層関係のある空間で出来る遊びを補うことが重要である。言い換えれば、空間の質を考慮した空間配置の計画が必要である。そうすることによって、住民の遊びからみた好ましい空間配置計画が行えることとなる。

3.4 結言

本章では、公園・緑地計画では誘致距離や1人当たり公園面積といった数値目標が主に掲げられていることに対し、地域住民の自然的空間での遊びの多様性という空間の質を考慮した配置計画が重要であることを論じた。さらに、前章で示した自然的空間の階層関係と隣接関係を考慮し、互いにできない空間での遊びを補うことによって、地域住民の遊びの多様性からみて好ましい配置計画ができることを述べた。

具体的には、まず、現地調査で観察された61の遊びの形態を空間の構成要素との関係で整理し、クラスター分析を行うことによって、8つの遊びのクラスターに分類した。そして、遊びのクラスター毎に重要な空間の構成要素を整理し、空間毎にどのような遊びができるかを示した。この結果を前章で示したボロノイ領域を用いて表現することにより、遊びからみたとき、空間の質の配置に偏りがあることが明らかになった。ボロノイ領域を用いることにより、その大きさやボロノイ辺から自然と触れあいにくい地域を明らかにした。このような地域差は、前章で示した開発過程の影響によるものである。

さらに、空間の階層関係を考慮することにより、阪急京都線およびJR東海道本線間に位置する地域の住民は、身近に自然が少なく、さらに、できる遊びも限られているということを示した。これより、この地区を南北に縦断する安威川および芥川の遊びからみた重要性は高く、また、この地域の住民にとって城跡公園は非常に貴重な空間となっていることがわかる。また、淀川沿岸の地域は近隣レベルでの評価は低く、さらにこの地域の地区レベルの空間である若園公園（茨木市）と城跡公園（高槻市）のボロノイ領域が大きくなっていることから、この地域の住民にとって淀川河川敷公園は非常に貴重な空間であることを述べた。この空間は河川の堤外地にあることを考慮すると、樹木の多い空間を新たに創成する必要がある高い地区であることを示した。

本章で論じたことは、地域住民の空間利用における行動的側面からの空間配置の評価である。地域住民を主体とした自然的空間計画を作成するためには、利用者である住民の心

理的側面を考慮した整備計画を行う必要がある。そうすることによって、住民にとってより好ましい空間になると考えられるからである。したがって、次章では空間階層毎の利用者心理に関する分析を行うこととする。

～参考文献～

- 1) 土木学会編：土木工学ハンドブック、技報堂、1989.
- 2) 中山徹：大阪の緑を考える、東方出版、1994.
- 3) 都市環境デザイン会議関西ブロック：URBANDESIGN 都市環境デザイン 13 人が語る理論と実際、学芸出版社、1995.
- 4) 神谷大介・坂元美智子・萩原良巳・吉川和広：都市域における水・土・緑の空間配置の評価に関する研究、環境システム論文集 Vol.29、pp.207-214、2001.
- 5) 神谷大介・萩原良巳・坂元美智子：水・土・緑の空間における利用者心理と遊びに関する研究、土木計画学研究・講演集、Vol.24、CD-ROM（発表番号 285）、2001.
- 6) 神谷大介・萩原良巳・坂元美智子：遊びからみた都市域の水・土・緑の空間配置の評価に関する研究、平成 14 年度関西支部学術年次講演概要、pp.IV-17-1-IV-17-2、2002.
- 7) 日本レクリエーション協会 監修：遊びの大辞典、東京書籍、1989.
- 8) 安田三郎・海野道郎：社会統計学、丸善、1977.
- 9) 岡部篤行・鈴木敦夫：シリーズ現代人の数理 3 最適配置の数理、朝倉書店、1992.

第4章 利用者心理を反映した遊び空間整備のための分析

4.1 緒言

自然的空間は地域住民が日常的に利用する空間であるため、利用者である地域住民を主体とした計画が行われなければならない。さらに、空間整備は他の都市施設と同様に、住民のニーズを反映して行われなければならない。このため、前章では、住民の空間利用における行動的側面である遊びに着目し、その多様性からみた空間とその配置の評価を行った。

これまで述べたように、公園・緑地計画では誘致距離や1人当たり空間面積といった数値目標が主に掲げられている。このため、計画の中で空間の質（空間の構成要素およびその組み合わせ）はほとんど考慮されていない。利用者のことを考えた空間整備を行おうとしたときでさえ、クライアントである地方自治体とデザイナーの間で、利用者にとって好ましい空間を想像して計画されているだけである^{1) 2)}。これは、どのような空間を創ることが、利用者にとって好ましいかについて明らかでないことが主な理由だと考えられる。

そこで本章では、利用者にとって好ましい空間を整備するための基礎情報を得るために、前章と同様に空間の構成要素に着目し、これが利用者心理に与える影響を分析する。ここでは、利用者の空間に対する印象を潜在変数（印象の構成概念）として導入することによって、これらの関係を分析する。潜在変数を導入してモデル化するため、本章では共分散構造分析モデルを用いることとする。共分散構造分析（Covariance Structure Analysis）法は、直接観測できない潜在変数を導入し、その潜在変数と観測変数の間に因果関係を同定することにより、社会現象や自然現象を理解するための統計的手法として定義されている。そして、この手法は因子分析や多重回帰分析（パス解析）の拡張として開発された手法である^{3) 4)}。

さて、前章より、空間の構成要素によって空間毎にできる遊びは異なっていることがわかっている。さらに、空間階層毎に利用実態（利用目的・滞在時間・利用グループ）が異なることから、利用者心理も階層毎に異なると推察される。このため、本章の分析は空間階層毎に行うこととする。そして、空間階層毎にどのような整備を行うことが利用者心理からみて好ましいかを明らかにするとともに、空間の構成要素と利用者心理との因果関係がどのように異なるかについて述べることとする。

4.2 空間の構成要素と利用者の印象に関するモデル化

4.2.1 モデル化の考え方

本節では、空間の構成要素が利用者心理に与える影響を分析するためのモデル化の考え方について述べる。

利用者は多くの構成要素を知覚し、その情報によって空間に対する印象を形成する^{5) 6)}。ここでいう印象とは、利用者が心の中でつくる空間の像であり、空間を分類するときにも使われるものである。例えば、利用者は空間に対し、「木が多い」、「草が多い」、「花が多い」と知覚し、「自然が豊かな空間」という印象を形成していると考えerということである。本章では、これを物理的印象と呼ぶこととする。また、空間に対する印象には「居心地がよい」というような心理的なものもある。これを心理的印象と呼ぶこととする。これらの関係は、物理的印象が心理的印象に影響するという因果関係として考えられる。

このような考えのもと、心理的要因と構成要素の关系到2種類の印象を潜在変数として導入し、図4.1に示すようにモデル化することができる。この図の長方形で表した変数がアンケートによって得られる観測変数であり、楕円で表した変数が潜在変数である。また、片矢印は因果関係を表し、両矢印は相関関係を表している。次項では、このモデルの基本構造、モデルのパラメータの推定方法、結果の解釈、およびモデルの統計的検定について述べる。

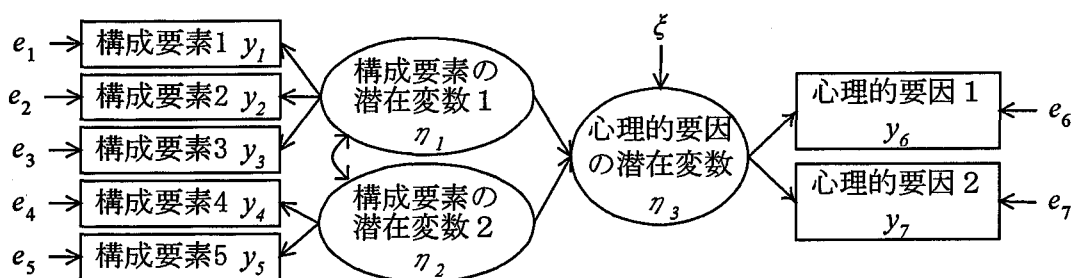


図 4.1 心理的要因と構成要素の関係

4.2.2 共分散構造分析モデル^{3) 7) 8) 9)}

1) モデルの基本構造

共分散構造分析モデルでは、変数間の因果関係を表現するモデルを想定し、図 4.1 で示したようなパス図として表現する。この関係は測定方程式と構造方程式によって表現される。以下、モデルを説明する。なお、モデルの説明を簡単にするため、本質性を損なうことなくより単純な図 4.2 に示す MIMIC モデル (Multiple Indicator Multiple Cause Model) を用いて説明する。この図の四角で表した観測変数 x と y はアンケートによって得られる観測変数であり、楕円で表した変数 η はモデルで想定する潜在変数である。また ξ と e は誤差変数である。片矢印は因果関係を表し、両矢印は相関関係を表している。

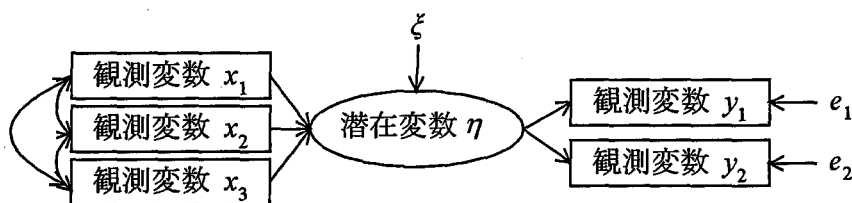


図 4.2 MIMIC モデルのパス図

(1) 構造方程式

これは、

- ①ある観測変数が別の観測変数の原因となる場合
- ②ある潜在変数が別の潜在変数の原因となる場合
- ③ある観測変数がある潜在変数の原因となる場合

というような、それぞれの因果関係を表現した方程式である。図 4.2 に示した MIMIC モデルの構造方程式は③の場合であり、観測変数 x_1, x_2, x_3 と潜在変数 η の関係を表現したものである。これは式 (4.1) で表される。

$$\eta = \alpha x + \xi \quad (4.1)$$

なお、 α は因果係数であり、 ξ は誤差変数である。

(2) 測定方程式

これは、共通の原因となっている潜在変数が複数個の観測変数に影響を与えている様子を記述するための方程式である。つまり、図 4.2 における潜在変数 η と観測変数 y_1, y_2 の関

係を表現したものであり、次の式 (4.2) で表される。

$$y = \beta\eta + e \quad (4.2)$$

なお、 β は y と η の因果係数であり、 e は誤差変数である。また、これは共通原因となる潜在変数の影響によって観測変数間に相関関係が生まれる現象を表現する方程式でもあり、因子分析と同じ考え方になる。

2) モデルのパラメータの推定方法

パラメータの推定は、データから得られる共分散構造 (標本分散共分散行列) S とモデルから推定される共分散構造 $\Sigma(\theta)$ の差を最小化するようにパラメータ (α, β) の値を決定するという方法で行われる。なお、 $\hat{\theta}$ は共分散構造のパラメータの推定値を表している。換言すれば、この操作はモデルの共分散構造がデータの共分散構造になるべく近くなるようにパラメータ θ を推定することであり、数学的には次式で表される。

$$\min_{\theta} = F(S, \Sigma(\theta)) \quad (4.3)$$

そして、この関数 F の取り方によって推定方法が決められる。本節では、最尤推定法を用いることとする。この推定法は、観測データが多変量正規性 (全ての観測変数の分散が正規分布に従う) である母集団からとられたという仮定の下で導かれ、関数 F を次式のよう設定し、これを最小化する θ を求める方法である。

$$F_{ML}(S, \Sigma(\theta)) = \log|\Sigma(\theta)| - \log|S| + \text{tr}\{\Sigma(\theta)^{-1}S\} - p \quad (4.4)$$

なお、 p はパラメータ θ の次数であり、 Σ は共分散構造を表している。また、 F_{ML} は最尤推定法 (Method of Maximum Likelihood) の関数を意味している。

次に、パラメータが決定された後の結果の解釈について述べる。

3) 結果の解釈

変数間の因果係数の解釈には、直接効果・総合効果・間接効果の3つがある。以下に、図 4.2 の MIMIC モデルを用いて説明する。

①直接効果とは、ある1つの原因となる変数 (当該変数、例えば x_1) 以外の他の変数を一定にしたという条件の下で、当該変数 x_1 を1単位上昇させたときの、ある1つの結果となる変数 (η_1) の変化の期待値である。これは、因果係数と同じ値になる。

②総合効果とは、モデル中の外生変数 (x_1, x_2, x_3) を全て一定にし、それから当該変数 (η_1) を1単位上昇させ、その影響を他の変数に波及させたときの基準変数 (y_1, y_2) の変化の期

待値である。

③間接効果とは総合効果と直接効果の差であり、ある1つの原因となる変数(当該変数、例えば x_1) 以外の変数を一定にしたという条件の下で、当該変数を1単位上昇させたときの、直接的な関係のない結果となる変数(例えば、 y_1) の変化の期待値である。

4) モデルの統計的検定

ここでは、モデル全体の評価指標として一般的に用いられている P 値、GFI、AGFI、RMSEA および、部分的な評価指標として用いられる t 値について述べる。

(1) P 値

母数の推定方法に最尤推定法を用いたとき、帰無仮説 H_0 : 構成されたモデルは正しい、を採択する基準として P 値がある。この指標は帰無仮説の採択確率を表し、P 値が 0.5 以上となると帰無仮説が採択される。これは、標本数が十分に大きいとき、以下に示す式(4.5)が自由度 df (degree of freedom) の χ^2 分布に近似的に従うことを利用して、モデル全体の検定を行うことである。

$$\chi^2 = (n-1)F_{ML} \quad (4.5)$$

なお、 n はサンプル数を表している。

しかし、この仮説設定は通常の統計的検定における仮説の設定とは逆に、採用したい仮説を帰無仮説に設定しているため、「帰無仮説のもとで確率的に生じにくいことは起きなかった」ということを示していると解釈できる。したがって、モデルを積極的に採用する指標とはなっていないと考えられる。このため、以下に述べる評価指標も併用して用いることが必要である。

(2) GFI (Goodness of Fit Index)

次に、設定したモデルが観測されたデータ(分散共分散行列)をどの程度説明しているかを表す一般的な適合度指標として GFI がある。これは以下の式(4.6)で表され、回帰分析における重相関係数に対応している。

$$GFI = 1 - \frac{tr \left[\left\{ \Sigma(\hat{\theta})^{-1} (S - \Sigma(\hat{\theta})) \right\}^2 \right]}{tr \left[\left\{ \Sigma(\hat{\theta})^{-1} S \right\}^2 \right]} \quad (4.6)$$

ここで、

$$\text{tr}((A)^2) = \text{tr}(AA')^2 \quad (4.7)$$

であり、正方行列 A の要素を $a_{ij} (i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,m)$ とすると、 $\text{tr}(A)$ は次式で与えられる。

$$\text{tr}(A) = \sum_{i=1}^m a_{ii} \quad (4.8)$$

GFI は 1 に近づくほど説明力があると判断され、心理学や社会学の既往の研究から、経験的に 0.9 以上あることが望ましいといわれている。

(3) AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index)

GFI は自由度が小さくなると適合度が改善されるという問題があるため、以下に示す式 (4.9) で表される AGFI をあわせて用いることが多い。

$$\text{AGFI} = 1 - \frac{p(p+1)(1-\text{GFI})}{2df} \quad (4.9)$$

これは回帰分析における自由度修正済みの重相関係数に対応しており、 $\text{GFI} \geq \text{AGFI}$ の関係が成り立つ。この値は $\text{GFI} - \text{AGFI}$ の値が 0.1 以下であることが望ましいといわれている。

(4) RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation)

モデルの分布とデータの分布との乖離度を 1 自由度あたりの量として表現した指標として RMSEA がある。これは最尤推定法を用いてパラメータを推定したときに用いられる指標であり、次の式 (4.10) によって表される。

$$\text{RMSEA} = \sqrt{\max \left\{ \frac{\hat{F}}{d} - \frac{1}{n}, 0 \right\}} \quad (4.10)$$

$$\hat{F} = \min F_{ML}(S, \Sigma(\theta))$$

これは 0.05 以下であるとモデルの当てはまりが良いとされている。

(5) t 値

t 検定では、自由度が無限大の場合、t 値の絶対値が 1.96 (1.65) より大きいとき、対応する変数は統計的に 95% (90%) の信頼度で推定されたパラメータが 0 でないことを示す。

以上で示した検定方法を表 4.1 にまとめておく。次節で行う共分散構造分析では、この

表 4.1 統計的検定を用いたモデルの評価基準とその意味

検定方法名	評価基準とその意味
P 値	P 値はモデルが正しいという帰無仮説の採択確率を表しており、0.5 以上のとき、モデルを採択する。
GFI・AGFI	GFI は設定したモデルが観測されたデータをどの程度説明しているかを表す適合度指標であり、AGFI は自由度修正済みの適合度指標である。経験的に GFI が 0.9 以上、AGFI が GFI-0.1 以上であることが望ましいとされており、本章ではこの値を用いる。
RMSEA	RMSEA は、モデルの分布とデータの分布との乖離度を 1 自由度あたりの量として表現した指標である。この値も経験的に 0.05 以下であることが望ましく、0.10 以上だと望ましくないとされており、本章ではこの値を用いる。
t 値	モデルで設定した各因果関係のパラメータの信頼度を表す指標である。この値は、信頼度 95% で 1.96、90% で 1.65 であり、本章ではこの値を用いる。

表で設定した値を用いて分析結果を評価することとする。

4.3 空間の構成要素と利用者心理に関する分析^{10) 11) 12) 13)}

4.3.1 アンケート調査の概要

アンケート調査の方法については第 2 章で示しているのので、ここでは質問項目の設定について述べておく。摂津市の市場池公園の利用者を対象としたアンケート調査結果¹⁴⁾、その周辺住民を対象としたアンケート調査結果¹⁴⁾、および現地調査時に行ったヒアリング調査をもとに、自然的空間の構成要素と利用者心理に関する質問項目を設定した。この質問項目では、この空間が都市域の住民にとって自然と触れあえる貴重な空間であることを考慮し、自然的な構成要素を多く取り上げるようにしている。具体的な調査項目を表 4.2 に示す。なお、構成要素として鳥を取り上げたのは、水鳥を飼っていたり渡り鳥等が来るように整備している空間があるためである。

この調査項目を、図 4.1 の構成要素と利用者心理に関する観測変数として用いている。次に、図 4.1 において楕円で示した潜在変数の設定について述べる。

表 4.2 心理的要因と構成要素に関する調査項目

心理的要因	構成要素
行きやすい	交通の便がよい
自然と触れあいやすい	駐車（輪）場が多い
やすらぎを感じる	樹木が多い
のんびり出来る	草花が多い
静か	鳥が多い
景色や風景がよい	昆虫が多い
季節感を感じる	生物が多い
歴史を感じる	休憩施設が多い
身近に感じる	遊歩道が多い
個性的だと感じる	広い
	遊び場が多い
	手入れが行き届いている

4.3.2 潜在変数設定のための探索的因子分析

1) 探索的因子分析¹⁵⁾

潜在変数を設定するために、表 4.2 で示した心理的要因と構成要素に関するアンケートのデータを用いて、探索的因子分析を行う。これによって、図 4.1 の観測変数と潜在変数の関係を明らかにすることができる。

因子分析には、探索的因子分析と検証的因子分析がある。どちらも観測変数間の相関関係の背後に「共通した原因がある」と考え、それを探る多変量解析法である。両者の違いは次の点である。前者は共通した原因（共通因子、又は単に因子）の数やどの因子がどの観測変数に影響しているかがわからないときに行う方法である。このため、観測変数が全ての因子（共分散構造分析における潜在変数）から影響を受けていると考えるモデルを設定して分析する。一方、後者は因子の数および影響を及ぼす観測変数をあらかじめ設定してモデル化し、データを用いてその因果関係を明らかにする方法である。

また、探索的因子分析はマーケティングリサーチではメンタルマップ⁶⁾の作成に使用されている。メンタルマップとはある対象群（例えば商品等であり、ここでは自然的空間である。）を対象者（例えば消費者であり、ここでは空間の利用者である。）がどのように認知しているか、言い換えれば各対象をどのように差別化しているかを表現したものである。このとき、探索的因子分析の因子は対象群を認知する主要な軸であるとともに、差別化するための軸でもある。つまり、本章のような場合、分析結果から得られる因子（潜在変数）が利用者の空間認知における重要な判別軸であるということを前提としていることとなる。

なお、以下では説明の簡略化のため、探索的因子分析を単に因子分析と呼ぶ。

因子分析における軸の回転方法には、一般に、直交解のバリマックス法、直交解のプロマックス法、斜交解のプロマックス法があるが、本研究では最後の方法を用いる。この理由は、利用者の空間に対する印象である潜在変数が、空間の総体やその組み合わせより構成され、各々の潜在変数を独立と見なせないと考えたためである。

以下に、参考のため直交解と斜交解の違いについて述べておく^{3) 16)}。

因子分析では観測変数ベクトル \mathbf{x} を次式のように表す。

$$\mathbf{x} = \boldsymbol{\mu}_x + \mathbf{A}\mathbf{f} + \mathbf{e} \quad (4.11)$$

なお、 $\boldsymbol{\mu}_x$ は期待値ベクトル、 \mathbf{A} は因子負荷行列、 \mathbf{f} は因子ベクトル、 \mathbf{e} は誤差変数ベクトルである。ここで、因子と誤差変数の期待値が 0、因子と誤差変数の共分散が 0 であると仮定する。これを以下の式 (4.12) ~ (4.14) のように表す。

$$E(\mathbf{f}) = \mathbf{0} \quad (4.12)$$

$$E(\mathbf{e}) = \mathbf{0} \quad (4.13)$$

$$E(\mathbf{f}\mathbf{e}') = \mathbf{0} \quad (4.14)$$

これより、観測変数の共分散構造は次の式 (4.15) で表される。

$$\boldsymbol{\Sigma}(\theta) = \mathbf{A}\boldsymbol{\Sigma}_f\mathbf{A}' + \boldsymbol{\Sigma}_e \quad (4.15)$$

ここで、 $\boldsymbol{\Sigma}_f$ は因子間相関を表している。因子間の相関が全て無相関である ($\boldsymbol{\Sigma}_f = \mathbf{I}$) ことを仮定すると式 (4.15) は次の式 (4.16) となる。

$$\boldsymbol{\Sigma}(\theta) = \mathbf{A}\mathbf{A}' + \boldsymbol{\Sigma}_e \quad (4.16)$$

これが直交解のモデルである。この仮定を設けない場合が斜交解のモデルである。

2) 探索的因子分析の結果と考察

ここでは、表 4.2 の項目を用いて、心理的要因と構成要素の潜在変数を、斜交解の因子分析で求めることとする。

空間階層別に心理的要因と空間の構成要素に関する因子分析を行った結果を、表 4.3 と表 4.4 に示す。なお、かっこ内の数値は各因子の固有値から算出される寄与率を表している。寄与率は最大で 100 であり、この値は説明力の大きさを表している。

これらの表より、「居心地の良さ」が心理的印象として重要であり、「自然の豊かさ」が物理的印象として重要であることがわかる。また、この分析では、潜在変数に階層毎の違いがみられなかった。つまり、利用者は空間認知に関して、階層による違いを考慮してい

ないということである。しかし、アンケートで設定した項目が少なかったため、違いが見られなかったとも考えられる。さらに、利用者の空間認知は階層ではなく、他の要因による影響が大きい可能性もある。このことについては、今回のアンケートではサンプル数が少ないため、これ以上の空間分類を行うことは困難であり、今後の課題である。

次項では、心理的要因に関して最も重要な第1因子について、階層毎に共分散構造分析を行う。そして、階層毎の因果係数の大きさの違いについて考察する。

表 4.3 心理的要因に関する階層別の探索的因子分析の結果

因子 \ 階層	近隣	地区	市	広域
第1因子 (寄与率%)	居心地の良さ (45.9)	居心地の良さ (43.2)	郷愁 (45.2)	居心地の良さ (42.2)
第2因子 (寄与率%)	個性 (13.7)	風土 (17.8)	親近感 (20.6)	個性 (13.4)

表 4.4 構成要素に関する階層別の探索的因子分析の結果

因子 \ 階層	近隣	地区	市	広域
第1因子 (寄与率%)	自然の豊かさ (32.8)	自然の豊かさ (37.7)	自然の豊かさ (32.9)	自然の豊かさ (36.5)
第2因子 (寄与率%)	施設の充実度 (17.0)	施設の充実度 (14.9)	活動しやすさ (16.0)	施設の充実度 (13.6)

4.3.3 共分散構造分析と結果の考察

図 4.1 のモデルに前項で得られた潜在変数を設定して共分散構造分析を行う。ここでは、心理的要因の最も主要な因子である第1因子について分析する。分析結果を近隣レベルから順に、図 4.3 から図 4.6 に示す。また、全ての分析において、「モデルが正しい」という帰無仮説の採択確率 P 値が 0.5 を越えており、推定したモデルがどの程度データを説明しているかを表す GFI が 0.9 をこえており、モデルの分布とデータの分布との乖離度を表す RMSEA が 0.05 を下回っている。これらより、前項であげた指標から、これらのモデルの適合度が高いことが確認できる^{3) 4)}。

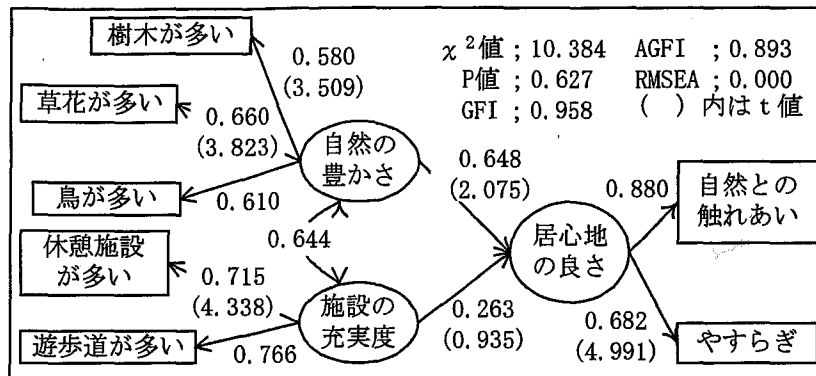


図 4.3 心理的要因と構成要素の関係（近隣レベル）

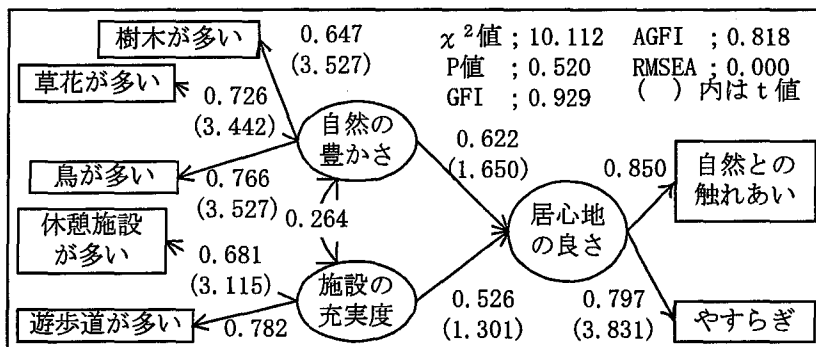


図 4.4 心理的要因と構成要素の関係（地区レベル）

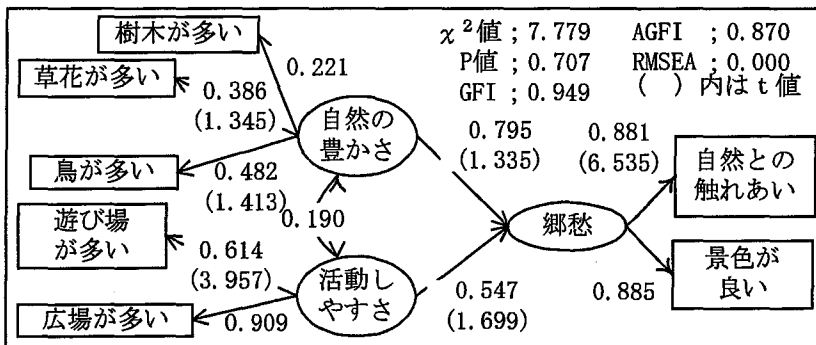


図 4.5 心理的要因と構成要素の関係（市レベル）

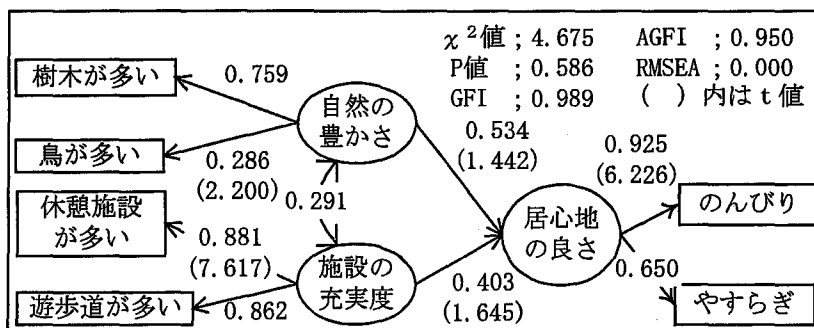


図 4.6 心理的要因と構成要素の関係（広域レベル）

近隣レベルの分析結果より、自然が豊かであり、施設が充実している空間ほど居心地が良い空間であることがわかる。特に、樹木や草花、鳥が多い空間にすることが重要である。また、2つの潜在変数間の相関関係が強いことより、2つの変数の相互関係により居心地の良い空間にできる可能性があると解釈できる。つまり、「自然の豊かさ」と「施設の充実度」によって相乗効果が生み出されると考えられる。さらに、「施設の充実度」から「居心地の良さ」への因果係数が小さいため、「施設の充実度」の間接効果を求めると、0.417であった。この結果、「施設の充実度」は「自然の豊かさ」を通して「居心地の良さ」へ影響していることがわかる。

地区レベルにおいて、居心地の良い空間を整備するためには、「自然の豊かさ」と「施設の充実度」が同程度重要であり、直接的な関係に着目すれば、後者は近隣レベルよりも利用者心理に対して重要であるといえる。潜在変数間の相関をみると、この値は小さくなっている。これより、構成要素に関する2つの潜在変数は独立して「居心地の良さ」に影響していると考えられる。実際、「施設の充実度」の「自然の豊かさ」を通して「居心地の良さ」へ影響する間接効果は、0.164と小さくなっている。この結果、空間の面積が大きくなれば、構成要素に関する潜在変数は、利用者の心理的要因に対して個別に影響を与えているということができる。

市レベルにおいては、「自然の豊かさ」に加え、広場や遊び場といった「活動のしやすさ」を向上させる構成要素が利用者心理に対して重要であることがわかる。特に、「自然の豊かさ」と心理的要因の最も主要な印象に対する因果係数がどのレベルよりも高い値となっている。つまり、自然豊かな空間の中で動き回る遊びができることが、利用者にとって重要であるといえる。また、広域レベルにおいては、近隣・地区レベルと同様に、自然が豊かであり施設が充実していることが重要である。

全てのレベルの分析結果より、自然の豊かさを表す指標として樹木や草花といった緑だけでなく、鳥の存在が重要であることが明らかとなった。このことは、自然的空間の整備を考えるうえで、鳥が集まるような整備を施すことが利用者にとって快適に利用できる空間を創出できることを示している。

4.4 結言

本章では、利用者心理を反映した空間整備のための基礎情報を得るために、階層別に空

間の構成要素と利用者心理の関係を、2種類の潜在変数を導入してモデル化した。そして、共分散構造分析モデルを用いた分析を行い、階層毎に両者の因果関係を明らかにした。その結果、空間の自然の豊かさが、利用者にとって最も主要な心理的要因に対して大きな影響を与えていることを明らかにした。さらに、この影響（因果関係）には階層毎に違いがあることを示した。

本章までの結果より、日常時にのみに着目した自然的空間計画について論じることではできない。しかしながら、この地域は3つの活断層系地震（有馬高槻・上町・生駒）によって甚大な被害が想定されている地域であり、日常時だけを想定した空間計画であってはならない。地域住民にとって自然的空間は、日常時の遊び空間であるとともに、震災時には避難や火災の延焼防止・遅延の機能を有する減災空間である。減災のことを考えない自然的空間計画であっては、北摂地域も阪神・淡路大震災で大きな被害を受けた神戸市と同様の被害をうけることになりかねない。

このため、次章からは震災時を想定した自然的空間計画について論じることとする。まず、次章では震災ハザードマップを考慮して、第2章で示した地域環境変化について考察する。第6章以降で用いる震災時のハザードとなる要因を整理し、防災・減災という視点から北摂地域の問題点を探ることとする。

地震による被害の中で、人命の被害をまず最小化しなければならない。この命を守るために住民自身が行う行動が避難行動であり、このとき、自然的空間は避難のために重要である。このため、本論文では特に地域住民の避難行動に着目して、自然的空間計画について論じることとする。

～参考文献～

- 1) 中山徹：大阪の緑を考える、東方出版、1994.
- 2) 都市環境デザイン会議関西ブロック：URBANDESIGN 都市環境デザイン 13 人が語る理論と実際、学芸出版社、1995.
- 3) 豊田秀樹：共分散構造分析[入門編]構造方程式モデリング、朝倉書店、1998.
- 4) 豊田秀樹・前田忠彦・柳井晴夫：ブルーバックス 原因を探る統計学 共分散構造分析入門、講談社、1992.
- 5) 片平秀樹：マーケティング・サイエンス、東京大学出版会、1987.

- 6) 神宮英夫：印象測定の心理学 感性を考える、川島書店、1996.
- 7) 狩野裕・市川雅教：共分散構造分析、日本統計学会チュートリアルセミナー資料、1998.
- 8) 萩原清子・萩原良巳・清水丞：都市域における水辺の環境評価、環境科学会誌、Vol.14、No. 6、pp.555-566、2001.
- 9) 森敏昭・吉田寿夫 編著：心理学のためのデータ解析テクニカルブック、北大路書房、1990.
- 10) 神谷大介・吉澤源太郎・萩原良巳・吉川和広：都市域における自然的空間の整備計画に関する研究、環境システム研究論文集 Vol.28、pp.368-373、2000.
- 11) 神谷大介・萩原良巳：都市域の自然的空間利用における心理的要因と整備内容に関する研究、土木計画学論文集、Vol.18、No. 2、pp.267-273、2001.
- 12) 神谷大介・萩原良巳：減災のための都市域における公園緑地の整備計画に関する研究、京都大学防災研究所年報、第 44 号、B-2、pp.79-85、2001.
- 13) KAMIYA Daisuke and HAGIHARA Yoshimi : The Relation between User's Mental Factors and the Characteristics of Environmental Space considering with Earthquake Disaster Risk ,17th Pacific Conference of the Regional Science Association International, 2001.
- 14) 神谷大介：密集市街地内ため池公園の環境資源価値評価に関する研究、関西大学卒業論文、1998.
- 15) 芝祐啓：因子分析法、東京大学出版会、1979.
- 16) 豊田秀樹：共分散構造分析[応用編]構造方程式モデリング、朝倉書店、2000.

第5章 震災ハザードマップを考慮した地域特性の分析

5.1 緒言

第2章では、北摂地域の環境変化を示し、自然的空間を階層的に分類するとともに、階層毎の利用形態の違いについて述べた。そして、第3章では、現在の自然的空間の配置について、利用行動に着目して、階層別の空間配置の評価を行った。第4章では利用者心理を反映した空間整備を目的とした分析を行った。

しかしながら、これまでの章で扱った遊びを中心としたこれらの空間は、震災時において、避難や火災の延焼防止・遅延の機能を有する減災空間でもある。また、本論文の対象地域は、有馬高槻・上町・生駒の3つの活断層系地震による被害が想定されている地域でもある¹⁾。このため、序論でも述べたように、自然的空間計画は防災・減災という視点なくして行えるものではない。また、防災・減災を考えるためには、序論で述べたように、地域の中・長期的な環境変化を分析しておくことが重要である。

地震による被害の中で、人命の被害をまず最小化しなければならない。この命を守るために住民自ら行う行動が避難行動であり、この時、前章までに論じた自然的空間の配置は重要な課題となる。自然的空間の減災機能については序論で述べたとおりであり、避難や火災の延焼防止・遅延に対してこの機能を果たすことも期待される。特に木造建物が密集した地区においては、家屋の倒壊による死傷者や、火災の延焼が被害を大きくした²⁾事実を踏まえれば、都市域全体という視点での防災・減災が必要であるとともに、地域特性に応じたより細かな（狭い範囲を対象とする）視点も必要である。

このためには、建物の耐震性能の向上や不燃化等、個別の施設の防災・減災対策は有効であるが、序論で述べたように、再現期間の長い地震のためだけの施設整備は財政的にも困難な状況である。したがって、日常時には地域住民の遊び空間となり、震災時には防災・減災空間となる自然的空間に着目して、震災リスクの軽減を図る計画の視座が重要となる。このための空間配置計画をより効率的に行うためには、防災・減災の視点から、地域の中でどの地区がどの程度危険であるかを分析しておくことが必要である。

以上の認識のもと、本章ではまず、中・長期的な環境変化と防災・減災計画を循環過程として捉え、第2章で示した地域環境変化について震災ハザードマップを用いて再考察を行う。これは、北摂地域の震災リスクの増加に対し、どのような環境変化が大きな影響を

及ぼしたかについて明らかにすることである。言い換えれば、この地域の震災リスクを軽減するための問題の明確化を行うことである。さらに、この結果は次章以降で行う避難行動からみた空間配置の評価において、考慮すべき条件を検討することでもある。

そして、この条件を用いた避難空間の配置の評価を行う。さらに、避難行動が必要になる要因を整理し分析する。最後に、以上の結果から、震災時の避難行動からみたとき、新たな避難空間の必要性が高い地区を明らかにすることとする。

5.2 ハザードマップを考慮した地域環境変化に関する考察^{3) 4)}

まず、北摂地域で想定されている3つの活断層系地震の震災ハザードマップと、震災時に避難空間となる自然的空間および学校を、有馬高槻・上町・生駒の順に図5.1～5.3に示す。これらの地震では、地域の全てで震度5弱以上が想定されており、特に、上町断層系地震では、図2.3で示した市街地のほぼ全域で震度6弱以上が想定されている。そして、特に、吹田市と摂津市の想定震度が高くなっている。また、有馬高槻と生駒の断層系地震においては、摂津市から高槻市にかけての淀川沿岸部の想定震度が高くなっていることがわかる。

次に、第2章で述べた地域環境の変化について、震災ハザードマップを用いて再考察する。ここでは、3つの活断層系地震の中で最も大きな被害が想定される上町断層系地震のハザードマップと土地利用の変化を図5.4～5.6に示す。

この図より、例えば震度7に着目したとき、吹田市南部から摂津市西部にかけての地域は、1960年ごろから1970年代前半にかけて市街地に変化してきており、この時期から地震による大きな被害が想定されるようになってきたことがわかる。吹田市南部における市街地化は、阪急千里線の開通による影響が大きいと考えられる。また、摂津市東部および茨木市南部に関しては、1974年以降に開発されてきた地域であり、大阪モノレールの開通による影響が大きいと考えられる。つまり、鉄道の開通により、震度7という大きな被害が想定される地域で多くの人が生活し始めたということである。

また、この地域を通る交通施設の多くは高架や盛土になっている。これは地震によって倒壊する危険性があり、非常に危険な孤立する地区をつくる可能性がある。このことは、各市役所でのヒアリング調査でも、防災担当者が懸念していたことでもある。つまり、交通施設の建設は、この地域と大阪市や京都市をつなぐことによって、北摂の都市化に寄与

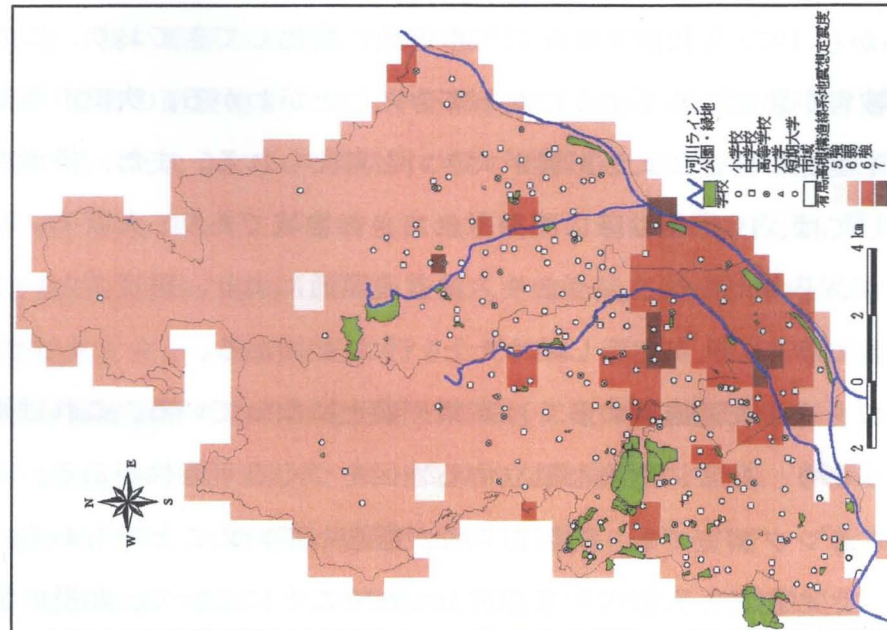


図 5.1 有馬槻構造線系地震想定震度¹⁾

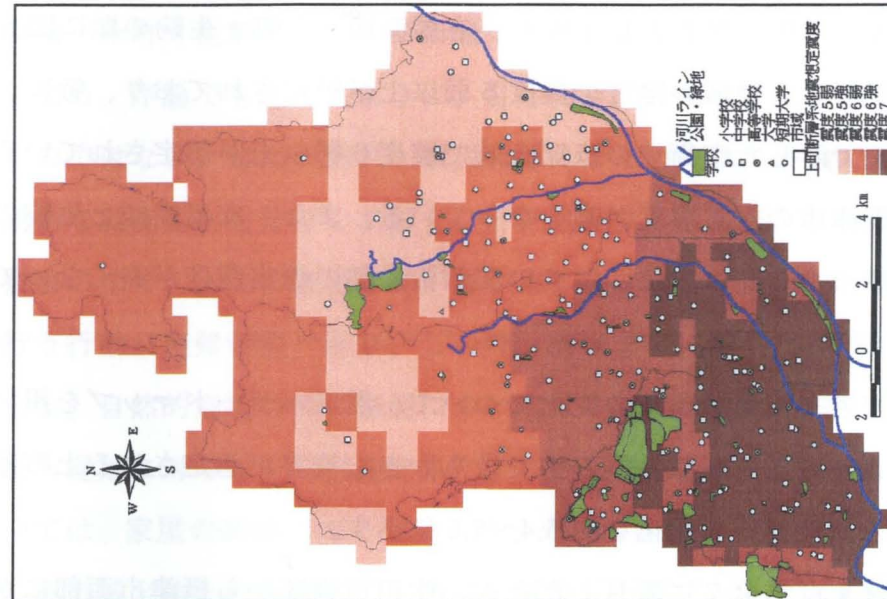


図 5.2 上町断層系地震想定震度¹⁾

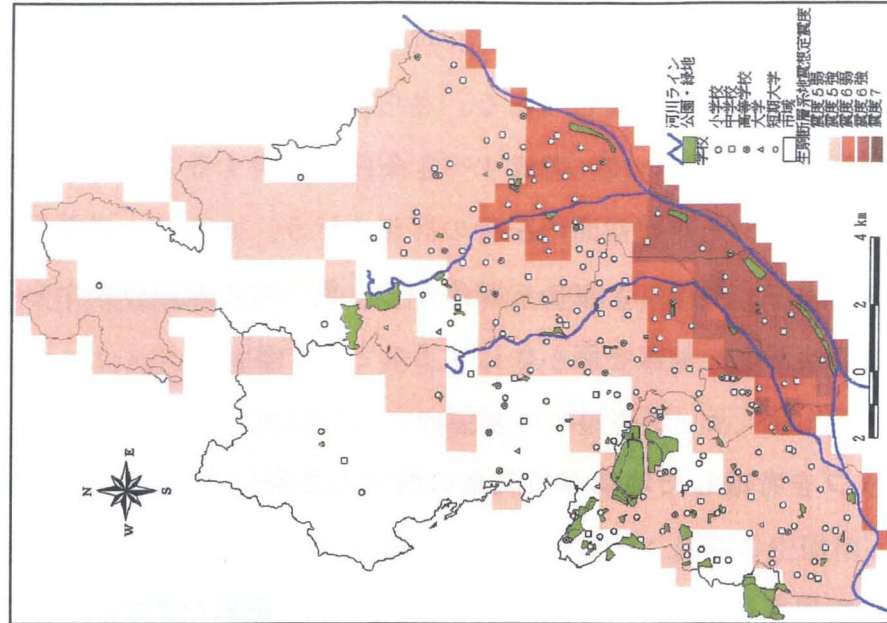


図 5.3 生駒断層系地震想定震度¹⁾

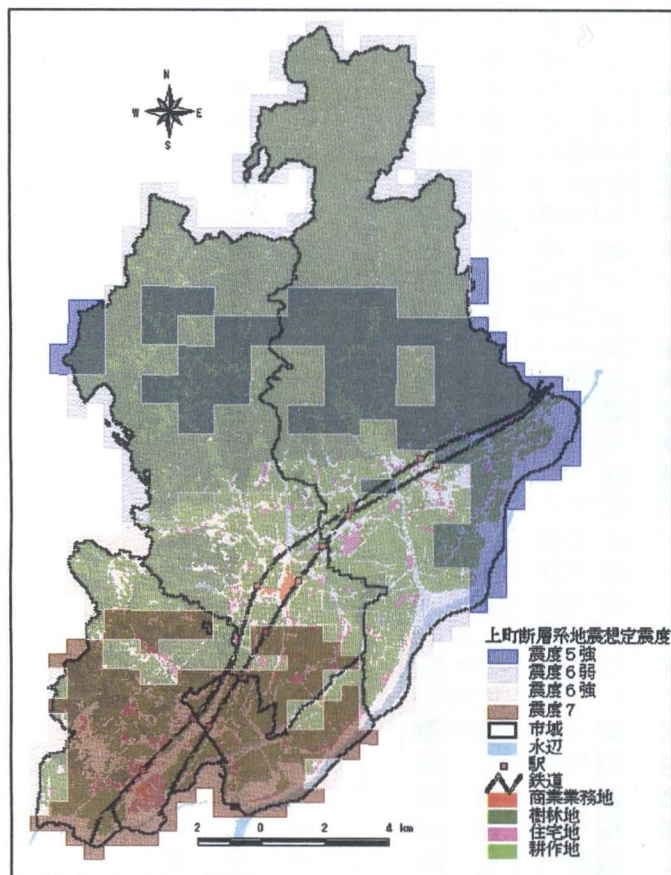


図 5.4 1960 年ごろの土地利用と
上町断層系地震想定震度

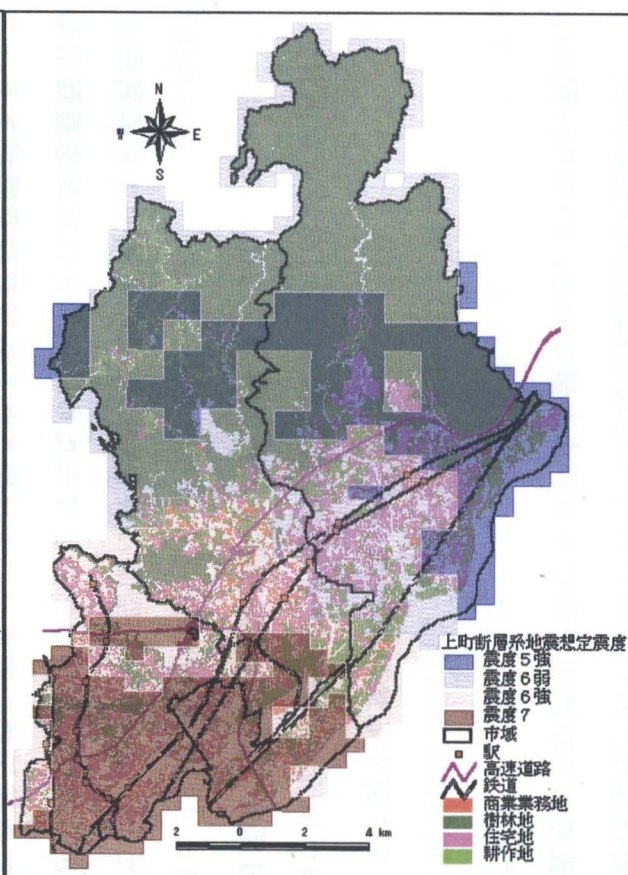


図 5.5 1974 年の土地利用と
上町断層系地震想定震度

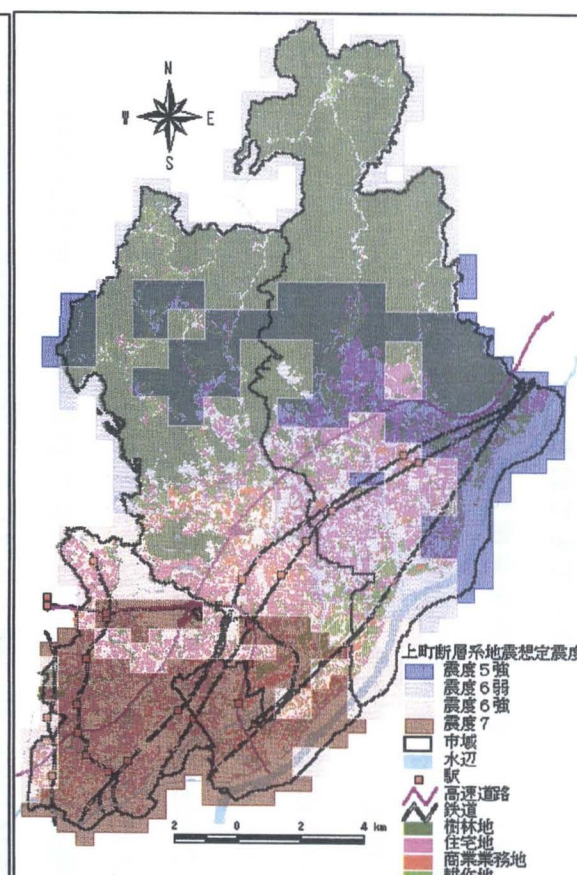


図 5.6 1996 年の土地利用と
上町断層系地震想定震度

してきたが、一方で、地域を分断してきており、震災時の危険性を増加させてきたといえる。これより、以降では地域の分断を考慮した空間配置等の分析・評価を行うこととする。

他の2つの地震においては、想定震度は淀川沿岸部で高くなっている。図5.1～5.3で示したように、この地域の大きな自然的空間として存在するのは淀川河川敷公園のみである。つまり、摂津市から高槻市にかけての淀川沿岸部において、減災空間としてこの空間の重要性は非常に高いといえる。

都市化に伴って人と自然との距離を遠ざけながら、多くの人がより想定震度の高い地域で生活し始めてきた。さらに交通施設で地域を分断してきたことにより、震災リスクを増加させてきたと考えられる。また、阪急電鉄京都線やJR東海道本線等が平行に隣接して通っていることをはじめ、狭い幅に自然を失いながら都市施設を集中させてきたことは、阪神・淡路大震災で大きな被害を受けた神戸市と似ている。つまり、震災に対して脆弱な地域になってきたといえることができる。

5.3 震災ハザードに関する地域特性の分析

5.3.1 地域の分断を考慮した避難空間の配置の評価

これまで述べたように、自然的空間は震災時に住民の避難のために利用される。避難空間には、被災者が一時的に地震から身を守るために利用される緊急避難空間と、より安全性が高く、さらに救援活動の拠点として利用される広域避難空間がある。大火災が発生したときには、緊急避難空間では被災者が火災の輻射熱から身を守ることが困難になる可能性があるため、より安全な広域避難空間へ移動することがある。この2種類の空間と第2章で述べた空間の階層の関係は、近隣・地区レベルの空間が緊急避難空間であり、市・広域レベルの空間が広域避難空間である。なお、本章では住民の避難行動に着目しているため、第1章の表1.1で示した防災拠点としての空間も広域避難空間として扱うこととする。

前節で述べたように、北摂地域は地域の分断によって震災リスクが高まっていると考えられる。このため、本節では地域の分断を考慮し、特に避難行動に着目して震災ハザードに関する地域特性を分析することとする。

1) 地域の分断

避難行動について考えると、人は知人の多い居住地近くの空間へ避難すると考えられる⁵⁾。また、日常時の生活活動や人のつながりは国道や高速道路、鉄道、河川によって分断されていると考えられる。都市域において、これらの交通施設の多くは高架や盛土になっており、地震によって倒壊する可能性がある。河川にかかる橋梁においても同じであり、非常に危険な孤立する地区を作る可能性がある。したがって、本章では地域の分断を想定し、避難空間の配置に関する評価を行うこととする。このとき、現段階ではこれらの倒壊の可能性を明確に判断することは出来ない。このため、最悪の状況を想定し、高架や盛土および橋によって地域は分断されると考えて以下の分析を行うこととする。

対象地域における具体的な分断要因を表 5.1 に示す。なお、この表で取り上げた高速道路は全て盛土もしくは高架であり、国道は全て片側 2 車線以上であり交通量が非常に多い。鉄道の多くは高架になっている。阪急千里線の一部は地上にあるが、その大部分は小河川に隣接していたり、家屋等が面しており踏切が少ない。このため分断要因として取り上げることとした。

また、本章では都市域を対象としており、樹林地・水面・高水敷面積が総面積の 3/4 以上を占め、かつ人口密度が 1 人/ha 以下の町丁目は分析対象外とする。さらに、鉄道用地のみの町丁目も対象外とする。そして、表 5.1 であげた要因で分断されたと想定すれば、対象地域は 45 の地区に分けることができる（図 5.7）。

表 5.1 分断要因

分断要因	分断要因名
道路	・近畿自動車道・中国自動車道・名神高速道路・国道 170 号線 ・国道 171 号線・国道 479 号線
鉄道	・JR 東海道本線・JR 東海道新幹線・北大阪急行電鉄 ・大阪高速鉄道・阪急電鉄京都線・阪急電鉄千里線
河川	・安威川・芥川・神崎川

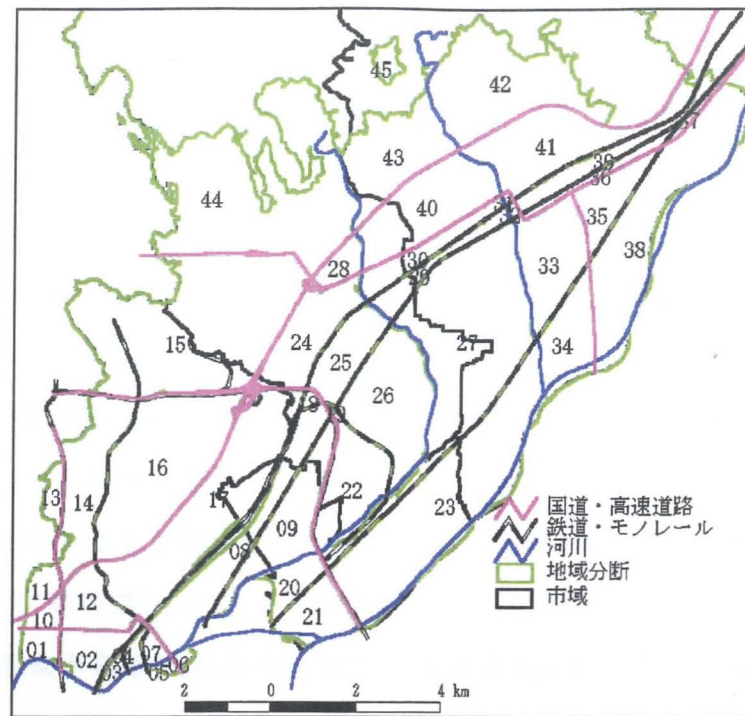


図 5.7 地域の分断と地区名

2) 評価の考え方⁶⁾

避難空間の計画では空間までの距離を、緊急避難空間で 500m、広域避難空間で 2000m としている。また、避難空間面積は、各空間の想定避難圏の人口に対し $2\text{ m}^2/\text{人}$ としている^{7) 8)}。しかしながら、想定避難圏について明確な基準や考えは示されていない⁷⁾。このため、ここでは図 5.7 で示した分断された地区毎に、人口に対する空間面積の指標を用いて空間配置の評価を行うこととする。なお、避難空間面積に関する $2\text{ m}^2/\text{人}$ とは、人が空間内を自由に移動できる最悪の面積である⁷⁾。

以上より、まず 45 の地区毎に避難空間面積と人口を整理し、1 人当たり避難空間面積を計算する。これより、どの地区で避難空間が不足しているかを明らかにすることができる。

次に、地区毎の広域避難空間の有無を整理し、地区毎の分断要因の違いと地区間の隣接関係を表現する。これは、1 次避難は上述した理由により地区内で行われるとし、必要であれば広域避難空間へ移動すると考えたとき、この 2 次避難が地区毎に可能であるか否かを表現したものである。これより、広域避難空間へ行きにくい地区を明らかにすることができる。なお、広域避難空間として、市・広域レベルの空間と、学校が複数隣接しているときに、各市が広域避難場所として指定しているものをあげている。

間への行きや
区は広域避難
。また、緑の
ことを表して

平面
高架
盛土
河川

間がどれだけ
して、孤立す
る。特に、⑬
である。した
えよう。

5.3.2 避難行動に着目した震災ハザードに関する分析^{4) 9)}

1) 避難の必要性に関する要因の整理

震災時の避難行動は、地域住民が自ら命を守るための重要な行動である。この行動が必要になる原因、つまり避難の必要性には、「建物の倒壊およびその危険性」と「火災の発生およびその延焼の危険性」の2つの要因が大きく影響していると考えられる²⁾

前者は、建物の構造によってその危険性が異なると考えられる。建物の構造と倒壊の関係は明確ではないため、この関係をここでは厳密に規定することはできない。さらに、個々の建物の構造を把握することも現段階では出来ない。そこで本章では、耐震に関する建築基準法の改正に着目し、1980年以前の建物の延べ床面積を用いて、この危険性を判断することとする。つまり、旧建築基準法で作られた建物の方が倒壊の可能性が高いということを前提として以下の分析を行う。

後者については、阪神・淡路大震災の時、火災の発生原因の多くは家電製品によるものであった。しかし、原因の約半数が不明であり²⁾、火災発生の危険性を判断することは困難である。このため、ここでは特に火災の延焼に着目することとする。火災の延焼に関しては、阪神・淡路大震災の経験によれば、木造建物の密集や消火用水が確保できるか否かが被害を拡大させる大きな要因であった。また、道路や自然的空間のような空間は延焼遮断帯になりうるため、これらは被害を軽減する要因である。以上の考えをまとめたものを図5.9に示しておく。

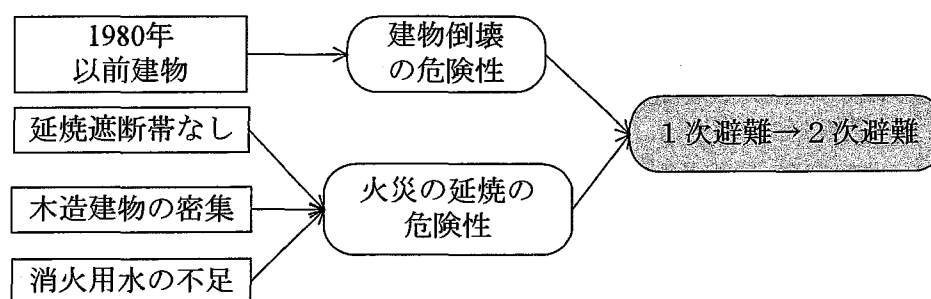


図 5.9 避難の必要性に関する要因

2) 分析結果とその考察

まず、「建物の倒壊の危険性」に関する要因である、1980年以前建物の延べ床面積を図5.10に示す。これより、名神高速道路と阪急電鉄京都線に挟まれる地区、および阪急千里線周辺の地区で密度が高いことがわかる。第2章で示したように、これらは都市化が早く

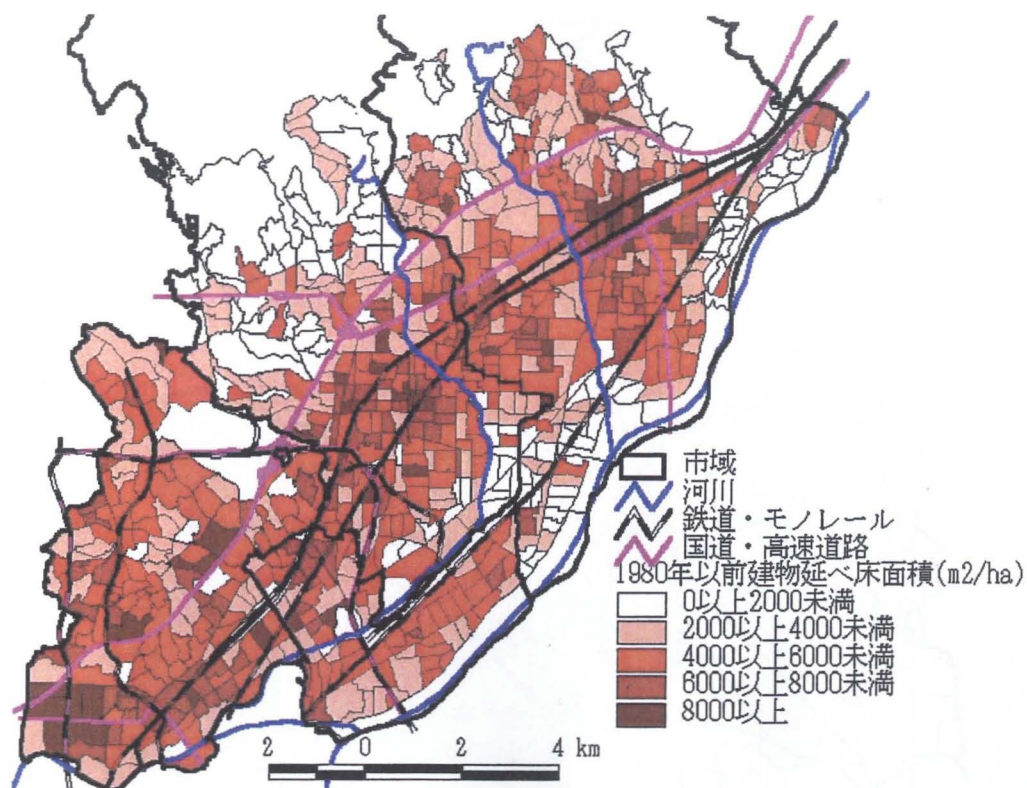


図 5.10 1980 年以前建物延べ床面積密度

進行した地区である。つまり、これらの地区は建物の倒壊による避難の必要性が高い地区である。

次に、「火災の延焼の危険性」に関する要因として、木造建物の密集について示す。ここでは、データの入手が可能であった、木造・土蔵建物の延べ床面積のデータを用いることとする。なお、現地調査より土蔵の建物はほとんど見られなかったため、このデータはほぼ木造建物を表していると考えられる。図 5.11 は市街地率（町丁目面積に対する住宅地・商工業用地・官公庁用地の割合）が 50%以上の町丁目の木造・土蔵建物延床面積率（全建物延床面積に対する木造・土蔵建物延床面積の割合）を表している。これは、建物が密集しており、かつ、木造建物が多い町丁目を表現した図である。

これより、名神高速道路と東海道新幹線の間と、高槻市の名神高速道路以北に木造建物が密集した町丁目が多いことがわかる。高槻市の北部は 1980 年以降に開発されており、一戸建ての住宅が多い地区である。また阪急千里線の周辺の地区は、千里ニュータウン等、集合住宅が多いため、木造建物の密度が低くなっている。

以上の 2 つの図より、阪急電鉄京都線および JR 東海道本線沿線の地区は、避難の必要性が高い地区であるといえる。

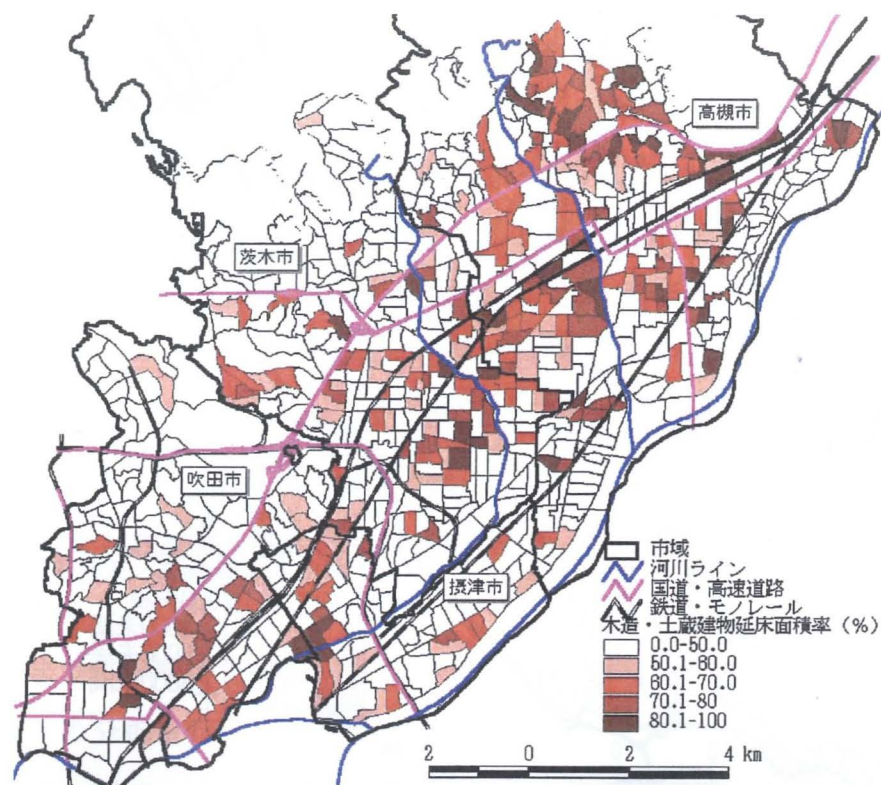


図 5.11 木造・土蔵建物延べ床面積密度

次に、火災の延焼を軽減する要因である「消火用水の確保」について考察する。まず、図 5.2 で示した上町断層系地震のハザードマップと水道施設を図 5.12 に示す。これより、吹田市・堺市の水道施設は大きな被害を受けることが想定される。また、この地域の上水供給は大阪府営水道に依存しており、依存率は吹田市で約 6 割、他の 3 市では 7 割を越えている。この水は淀川の左岸から供給されている。図 5.1～5.3 で示したように、淀川沿岸部の想定震度が高いことより、震災時の火災の消火用水を水道水のみに依存することは危険であると考えられる。

そこで、ため池や河川といった水辺に着目する。水辺は季節や天候によって水量に違いはあるものの、地震によって利用できない可能性は水道と比べると非常に小さい。つまり、安定した消火用水の供給源である。火災の延焼を軽減する要因として、町丁目毎の水面の有無を図 5.13 に示す。なお、ここで取り上げた水面とは、1 級 2 級河川および 0.5ha 以上の水面を有したため池である。

これより、分断要因として取り上げた安威川・芥川・神崎川と淀川以外に、ほとんど安定な消火用水を供給する水辺が存在しないことがわかる。これは、第 2 章で述べたように、都市化の過程において多くのため池や河川を埋め立ててきた結果である。

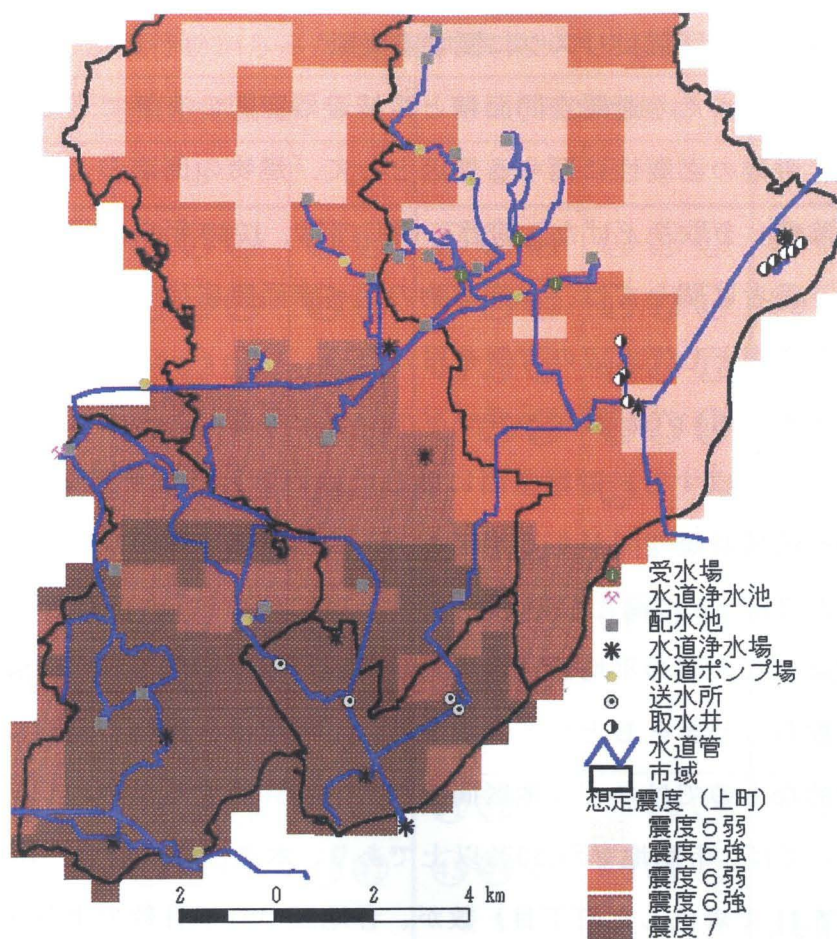


図 5.12 上町断層系地震想定震度と水道施設

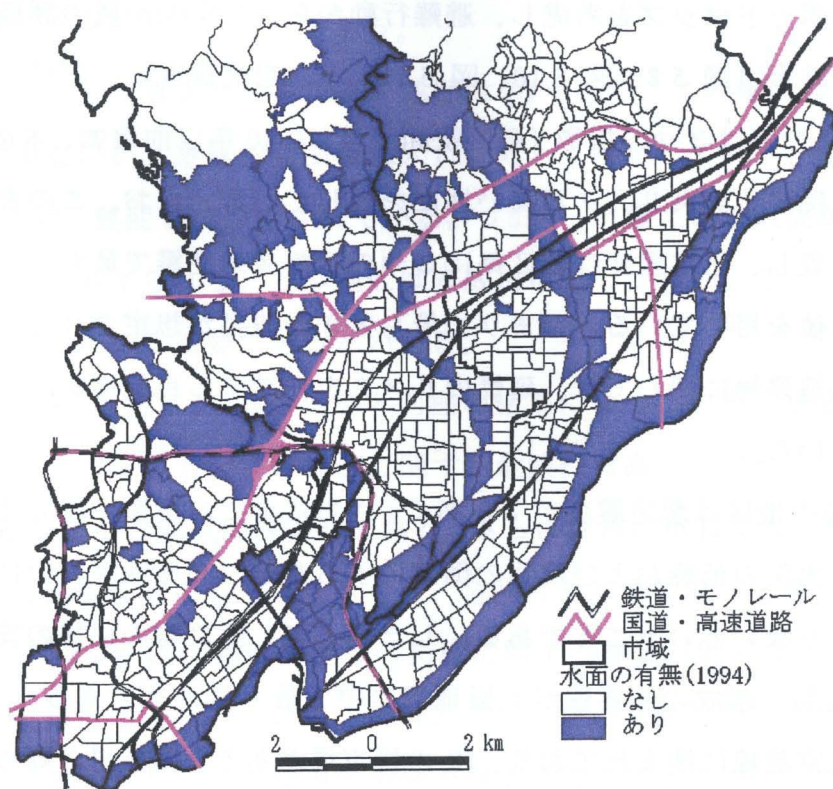


図 5.13 水面の有無

3) 避難行動からみた地区別震災リスクに関する考察

本節では、まず、1人当たり避難空間面積と広域避難空間の有無で避難空間の配置の評価を行った。次に、避難の必要性に関する要因として「建物の倒壊およびその危険性」と「火災の延焼の危険性」を取り上げた。前者に関しては、1980年以前建物延べ床面積密度を指標として用い、後者に関しては、木造建物の延べ床面積密度を用いた。さらに、後者の危険性を軽減する要因として水辺の有無を用いた。

ここでは以上の結果を用いて、震災ハザードマップを考慮し、避難行動からみた地区毎の震災リスクについて考察する。避難空間に関しては、1人当たり避難空間面積が 2 m^2 /人以上であり、かつ広域避難空間がある地区をA、広域避難空間がない場合をB、1人当たり避難空間面積が 2 m^2 /人に満たない場合をCとして表現する。1980年以前建物延べ床面積密度に関しては、この値の平均値（約 $4000\text{ m}^2/\text{ha}$ ）以上の町丁目が、各地区に1つ以下のときをD、複数あるときをEとして表現する。この値は、建物の倒壊による避難の必要性に関する絶対的なものではなく、地区間を相対的に評価するために設定したものである。木造建物については、市街地率が50%以上であり、木造土蔵建物延べ床面積率が50%以上の町丁目（図5.11で着色した町丁目）数が、各地区の町丁目数の半分以上を占めるときをF、それに満たないときをGとして表現する。

そして、震災ハザードマップを考慮し、避難行動からみた空間配置の評価のために行ったこれまでの分析結果（図5.8、図5.10、図5.11）を、想定震度との関係で整理したものが表5.2である。この表は3つの指標（避難空間面積、1980年以前建物、木造建物）毎に、右上が避難行動に関する震災リスクが高い地区を表している。なお、この表の○で囲んだ数字は地区番号を表し、想定震度は地区毎に3つの活断層系地震で最も大きな震度が想定されている地震の値を用いている。つまり、最も大きな被害が想定されときの想定震度である。また、木造建物に関しては、延焼のリスクを軽減する可能性がある水辺がない地区を赤色で表している。

この表より、⑧の地区は想定震度が7と高く、さらに全ての指標に関して評価が低くなっている。つまり、火災の延焼および建物の倒壊による避難の必要性が高いにも係わらず、避難空間面積が足りないということである。したがって、震災時の住民の安全性を高めるために、新たな空間の創成の必要性が北摂地域の中で最も高いといえる。この地区はJR東海道本線と阪急京都線に挟まれており、JRの操車場がある。操車場の周辺の町丁目では隣接する⑪の地区からもかなり離れている。つまり、これらの町丁目は、避難行動からみ

表 5.2 避難行動からみた地区別の震災リスクに関する評価結果

指標 想定震度	避難空間面積			1980 年以前建物		木造建物	
	A	B	C	D	E	F	G
7	⑬ ⑮ ⑰ ⑳ ㉓ ㉔	② ⑦ ⑨ ⑩ ⑫ ⑭ ⑯ ㉒ ㉕ ㉖	① ③ ④ ⑤ ⑥ ⑧ ⑱ ⑲ ㉑	① ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑬ ⑱ ⑲ ㉑ ㉒ ㉓	② ⑧ ⑨ ⑩ ⑫ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ㉒ ㉔ ㉕ ㉖	① ② ③ ⑤ ⑥ ⑪ ㉒ ㉓ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ㉒ ㉔ ㉕ ㉖	④ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑳ ㉑
6 強	⑪ ⑬ ⑭ ⑰	② ⑧ ⑩ ⑰	⑨	⑪ ⑧ ⑨ ⑭ ⑰	② ⑩ ⑬	② ③ ④ ⑤ ⑩ ⑰ ⑱ ⑲	⑨ ⑬
6 弱	⑳	㉒ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘	㉑ ㉓ ㉔ ㉕	㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖	㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜	㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘	㉑ ㉒ ㉓

たとき、震災リスクが最も高いといえよう。

次に避難行動からみた震災リスクが高い地区は㉑である。この地区は、1980 年以前の建物は相対的に少ないが、避難空間面積は人口に対して不足しており、また木造建物が密集している。さらに、震度 7 が想定されている。つまり、地震による火災が発生したとき、非常に危険であると考えられる。この地区は安威川に面しており、この川は特に火災の延焼からみて、減災のために重要であるといえる。

震度 6 強では、㉑の地区が㉑の地区と同様の結果になっている。想定震度に多少の違いはあるものの、この地区も火災の延焼に関する危険性は高いと考えられる。また、この地区は㉑と同様に 2 つの鉄道に挟まれており、さらに非常に細長くなっている。このことは、避難の方向性が少なくなるという点から、危険性が非常に高いと考えられる¹⁰⁾。

震度 6 弱では、㉒ ㉔ ㉕の地区が全ての指標に関する評価が低くなっている。阪神・淡路大震災のときに震度 7 となっているのは神戸市・芦屋市・西宮市・宝塚市・北淡町・一宮町・津名町の一部であり、その周辺の地域が震度 6 であったと考えられている。この地震の前には震度 6 に強弱の区別はなく、この震度が最も高いとされていた。したがって、

震度 6 弱とは決して震度が低いわけではない。このことを考慮すると、これらの地区は、避難行動からみたとき震災リスクが高いといえよう。これらの地区は全て高槻市の東部であり、危険性の高い地区が集中していることがわかる。

5.4 結言

本章では、まず、北摂地域で想定されている 3 つの活断層系地震（有馬高槻・上町・生駒）の震災ハザードマップを用いて、第 2 章で示した地域環境変化について再考察を行った。その結果、この地域では阪急京都線・千里線や JR 東海道本線、大阪モノレール、北大阪急行の開通により、想定震度の高い地域で多くの人が生活し始めたことがわかった。鉄道をはじめとする交通施設は、この地域と大阪や京都という大都市とを結ぶことにより、北摂地域の発展に寄与してきたと考えられる。しかしながら、これらの多くは高架や盛土によってつくられており、地域を分断することとなった。これにより、震災時に非常に危険な孤立する地区をつくることとなった。

次に、地域の分断を考慮し、1 人当たり避難空間面積と広域避難空間の有無について地区毎の評価を行った。この結果、人口に対して避難空間面積が足りない地区を明らかにした。さらに、地域の分断により震災時に安全性の高い広域避難空間が、限られた範囲の住民しか利用できない可能性があることを示した。さらに、広域避難空間まで行くことができない可能性がある地区も存在することも示した。こうして、地域の分断を考慮したときに、広域避難空間の偏在が明らかになった。

また、避難の必要性に関して、建物の倒壊と火災の発生および延焼の危険性に着目して地区毎の評価を行った。前者については 1980 年以前の建物の延べ床面積を用いて分析を行った。その結果、鉄道沿線の早くから市街地になった地区が建物の倒壊の危険性が高いことを示した。後者については、木造建物の延べ床面積を用いて分析を行った。この結果、名神高速道路と東海道新幹線の間と、高槻市の名神高速道路以北に木造建物が密集していることが明らかになった。これらの地区は火災の延焼に対する危険性が高いと考えられる。

最後に、震災ハザードマップを考慮して、本節で示した分析結果から避難行動からみた地区別の震災リスクに関する評価を行った。その結果、震度 7 が想定されており、さらに、全ての指標に関する評価が低い地区があることを明らかにした。この地区は、建物の倒壊と火災の両方からみて避難の必要性が高いにもかかわらず、避難空間の面積が不足してい

る。つまり、この地区は対象地域内で最も危険性が高いと考えられ、新たな自然的空間の創成が必要であるといえよう。また、想定震度が6弱というのは決して低い震度ではなく、このように想定されている地区でも、危険性の高い地区が複数存在した。そして、これらの地区は高槻市の東部に集まっていた。これらの地区でも新たな避難空間の創成が必要であると考えられる。

上述したように、本章では、避難行動からみて震災リスクの高い地区を明らかにするとともに、新たな空間の創成の必要性が高い地区を示した。しかしながら、本章で示した結果は地域全体を相対的に評価しているにすぎず、防災・減災のための自然的空間の配置計画を行うためにはより詳細な（より狭い範囲での）分析が必要である。このため、次章では、本章で示した地域の分断を考慮し、町丁目毎の住民の避難行動の可能性を分析することによって、避難空間の配置を評価する。さらに、この結果を用いて、自然的空間の減災価値について述べることとする。

～参考文献～

- 1) 大阪府総務部消防防災安全課：大阪府地域防災計画 関係資料、1998.
- 2) 建設省建築研究所・建設省土木研究所・国土開発技術研究センター：まちづくりにおける防災評価・対策技術に関する基本的課題の検討調査報告書、1999.
- 3) 萩原良巳・神谷大介・山口勝広・吉澤源太郎・川村真也：都市域における自然的アメニティ空間計画の目標設定に関する研究、総合防災研究報告第12号、京都大学防災研究所、2000.
- 4) 神谷大介・萩原良巳：都市域における震災リスクの変化に関する地域分析、日本地域学会第38回年次大会 講演集、pp.155-162、2001.
- 5) 萩原良巳・清水康生・亀田寛之・秋山智広：GISを用いた災害弱地域と高齢者の生活行動に関する研究－京都市上京区を例にして－、総合防災研究報告第10号、京都大学防災研究所総合防災研究部門、2000.
- 6) 神谷大介・萩原良巳：都市域における環境創成による震災リスク軽減のための計画代替案の作成に関する研究、環境システム研究論文集 Vol.30、pp.119-125、2002.
- 7) 都市緑化技術開発機構 編：防災公園計画・設計ガイドライン、大蔵省印刷局、1999.
- 8) (財)都市緑化技術開発機構 公園緑地防災技術研究会 編：防災公園技術ハンドブック、

公害対策技術同友会、2000.

- 9) 神谷大介・萩原良巳・清水康生・中瀬有祐：都市域における減災計画のための地域診断、土木学会第56回年次学術講演会講演概要、pp.IV-76-1-IV-76-2、2001.
- 10) 室崎益輝：『アジア・太平洋地域に適した災害危険度評価と防災都市計画』第1回チームミーティング資料、2002.

第6章 震災時の避難行動を考慮した空間とその配置の評価

6.1 緒言

前章では、北摂地域の防災・減災のための自然的空間計画を行うためには、地域の分断を考慮する必要があることを述べた。そして、これを考慮した1人当たり避難空間面積と、広域避難空間の配置に関する分析を行った。さらに、避難の必要性を、「建物の倒壊およびその危険性」と「火災の延焼の危険性」に着目して、分断された地区毎に評価した。しかしながら、これらは地区毎の相対的な評価であり、上述の空間計画を行うためには、地区内のどこが危険であるかを明らかにする必要がある。このため、本章では地区内の避難行動に関する分析を行うこととする。

前章でも述べたように、避難行動には1次避難行動と2次避難行動がある。緊急避難空間は前者のために使われ、広域避難空間は両者のために使われる。また、2次避難行動は、火災の延焼によって、被災者が緊急避難空間にいたることが危険なときにも行われる。このため、広域避難空間は緊急避難空間と比べ、地理的に広い範囲の住民（被災者）のために計画されなければならない。したがって、広域空間配置の評価は、地域全体を対象として行うことに意味を持つ。これについては、前章で評価しているため、本章では、1次避難行動のみに着目して空間配置の評価を行うこととする。

この行動に着目すると、住民は、より居住地に近く、安全性の高いより大きな空間へ避難すると考えられる。したがって、この行動の分析は、居住地から空間までの距離と、空間の規模を考慮して行わなければならない。

以上の考えの下、まず6.2では、第2章で述べた自然的空間の階層性と前章で述べた地域の分断を考慮して、町丁目毎の住民の1次避難行動を分析する。この結果を用いて、この行動からみた空間配置の評価を行う。言い換えれば、どの町丁目に住んでいる人が、この行動からみたときに危険性が高いかを明らかにするということである。

次に、6.3では、1次避難行動からみた自然的空間の評価を行う。つまり、震災時におけるこの空間の減災価値について論じる。第3章では、日常時における住民の空間利用である遊びの形態の多様性から空間の価値について論じた。しかしながら、これまでに述べたように、震災時に自然的空間は避難のために利用される。このため、空間の価値は日常時だけでなく、震災時も含めて評価されなければならないと考える。そこで本節では、ま

ず、前節で得られた結果について、空間毎にどこから避難してくるかを分析する。さらに、火災の延焼に対する空間の安全性について、空間の規模と水辺の有無、および樹木の配置に着目して評価を行う。これらの結果を用いて、空間毎の減災価値を評価することとする。

6.2 空間の階層性を考慮した避難行動に関するシミュレーションによる分析

6.2.1 分析方法

1) 分析における仮定

これまで述べたように、震災時に、住民は知人の多い居住地近くの空間へ避難すると考えられる¹⁾。さらに、火災のことを考えると、より大きな空間へ避難するであろう。このような考えの下、ここでは以下の仮定をおいて1次避難行動に関する分析を行うこととする。

- ①空間選択は分断された地区内でのみ行われる。
- ②最も近い空間を選択する。
- ③②を満たす空間が複数あるとき、より大きな（上の階層の）空間を選択する。
- ④空間に避難するためには、最悪、1人当たり 2 m^2 以上必要である。つまり、空間に入る人数は、空間の面積（ m^2 ）を2で除した値である。
- ⑤空間から近い町丁目の住民から避難することができる。
- ⑥ある空間に入れなかったとき、その空間から近い空間を新たに選択する。
- ⑦空間に入れるか否かの情報はその空間で得ることが出来る。つまり、どこかの空間で入れなかったとき、次の選択には入れる空間の情報を持って選択する。
- ⑧標高は考慮しない。

仮定①はこれまで述べたことより、地域の分断を考慮して設定した。仮定②と③は上述したとおりである。仮定④は前章でも述べたように、避難可能人数の設定を意味している。仮定⑤は、避難してきた人は、空間に到着した順番で入ることができることを意味している。この順番を、空間までの距離で判断しているということである。仮定⑥は、ある空間に入れなかったとき、その空間から最も近い空間を選択し、そこへ避難するということを表している。仮定⑦は、様々な町丁目から空間へ避難するため、周辺の状況を判断できると考えて設定した。もし、この仮定をはずすと、ここで行う分析結果以上に空間に入るた

めに移動し続けなければならない可能性が大きい。つまり、仮定⑦は実際より安全な状況を想定しているといえよう。これより、次項での分析結果は、「安全な状況を想定しても、避難が困難な人がいる」ことを表現したものになる。仮定⑧は、北部の山麓部を研究対象としていないこと、さらに、地区内での避難を想定していることより、高低差は小さいものとなるため、標高は考慮しないこととする。

2) step 数の考え方

日常的な住民間のつながりは、町内会等のように町丁目が単位となっていることが多く、町丁目間の関係が重要であると考えられる。このような町丁目のつながりを考慮して、居住地（のある町丁目）から空間までの距離を表現するために、ここでは step 数を用いる。以下にこの考え方を述べる。

これは、町丁目の隣接関係に着目したグラフからこれを算出する方法である。具体的には、図 6.1 に示すように、町丁目をノードとし、その隣接関係をリンクとしたグラフを地区毎に作成する。そして、このグラフの双対グラフ^{2) 3)}を作成し、双対グラフの面の数で step 数を数える。例えば、①の町丁目に避難空間があるとき、そこまでの各町丁目の step 数は図 5.1 の赤で示した数字になる。

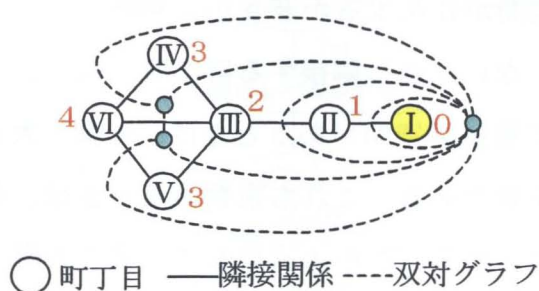


図 6.1 step 数の考え方

ここで、双対グラフの作り方を図 6.1 を用いて述べておく。まず、平面グラフ G にはリンクによって作られた面 f_1 (ノード Ⅲ Ⅳ Ⅵ で作られる面) と f_2 (ノード Ⅲ Ⅳ Ⅴ で作られる面) がある。さらに、グラフ G の外にも外面と呼ばれる面が存在し、これを f_3 とする。これらの面の中に 1 つずつ双対グラフのノードを作成する (図 6.1 の緑の点)。そして、双対グラフのノードをつなぐリンクは、グラフ G のリンクを一度だけ通るように作成する (図 6.1 の点線)。このようにして双対グラフは作成される。

本章で step 数を用いた理由について述べておく。最も大きな理由は、上述したように日

常的な人のつながりを考慮した分析を行うためである。これは、避難空間となる自然的空間を住民が利用することによって、日常的な人のつながりが形成するということも考慮している。次に、本研究で対象とする町丁目は 958 もあるため、グラフを用いた方法は簡便であるという点である。さらに、もし町丁目から空間までを直線距離や道路距離で判断するとしたら、町丁目のどこからの距離を設定するかが問題となる。中心をとると、町丁目の中にその点が存在しない場合もある。また、道路距離を考えるためには道路の閉塞を考慮する必要がある。本研究では 4 つの市という広い地域を対象としているため、各町丁目の中を通る道路まで取り上げることは困難である。さらに、道路が震災時に通行できるかどうかを判断しなければならない。現段階では、これを全ての道路に対して厳密に規定することはできない。以上の理由により、本章では step 数を用いることとする。

3) 分析の流れ

上述した分析の仮定と step 数を用いて、1 次避難行動に関する分析を行うこととする。各町丁目の人口と避難空間の有無およびその階層をノード（町丁目）に与え、45 の地区毎に避難行動に関するシミュレーションを行う⁴⁾。このアルゴリズムを図 6.2 に示す。主な流れを以下に述べる。

まず、居住地の町丁目 i に空間が存在するかどうかを判断する。空間があるときは町丁目 i の step 数 $step_i$ は 0 となり、ないときは隣接する町丁目を探す。これを空間がある町丁目まで繰り返す。同じ step 数で複数の空間があるときは、規模の大きい方を選択する。選択した結果の空間の数がゴール数である。これも複数あるときは、各空間へ人口を空間の数で割った人数が避難することとする。このようにして、全ての町丁目について最も近い空間までの step 数を計算する。同時に、空間のある町丁目までのルート数（空間への行き方の数）を計算する。

次に、step 数の小さい町丁目から順に空間へ住民を移動させる。この人数が避難可能人数より小さいときは、その町丁目の最終的な step 数は最初に算出した値となる。もし、空間に入れないときは、そこから近い空間を探して移動する。最終的に全ての人が空間に入った、もしくは全ての空間の避難可能人数が 0 になったときに計算を終了させる。

そして、ある町丁目 i の「step 数」は、最も遠い空間へ避難する人の step 数であり、町丁目 i の人のうち 1 人でも避難した空間の数が「ゴール数」である。また、空間への行き方の数が「ルート数」であり、その町丁目の全員がどこかの空間に避難できるまでに通過す

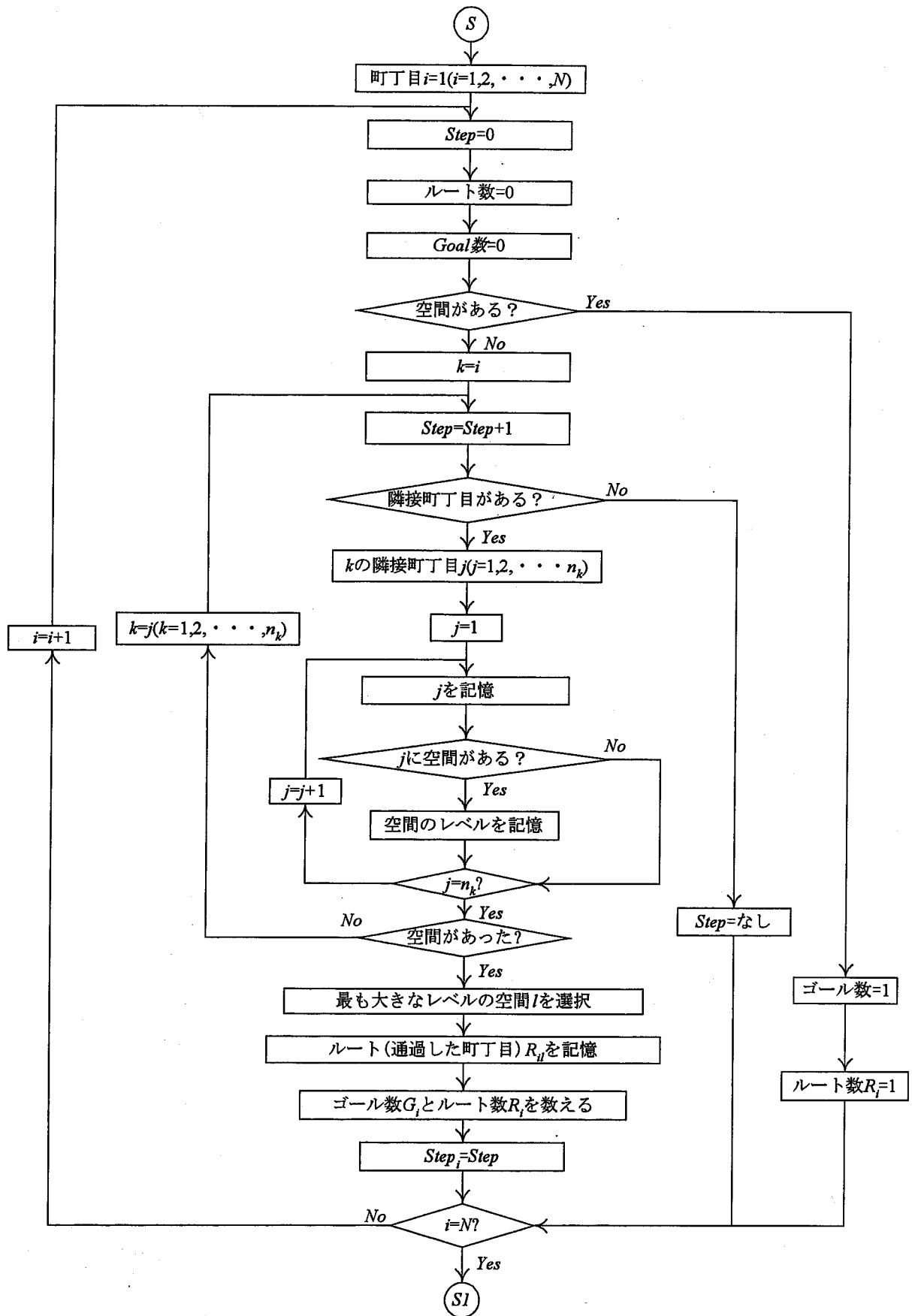


図 6.2 避難行動に関するシミュレーションのフロー (1)

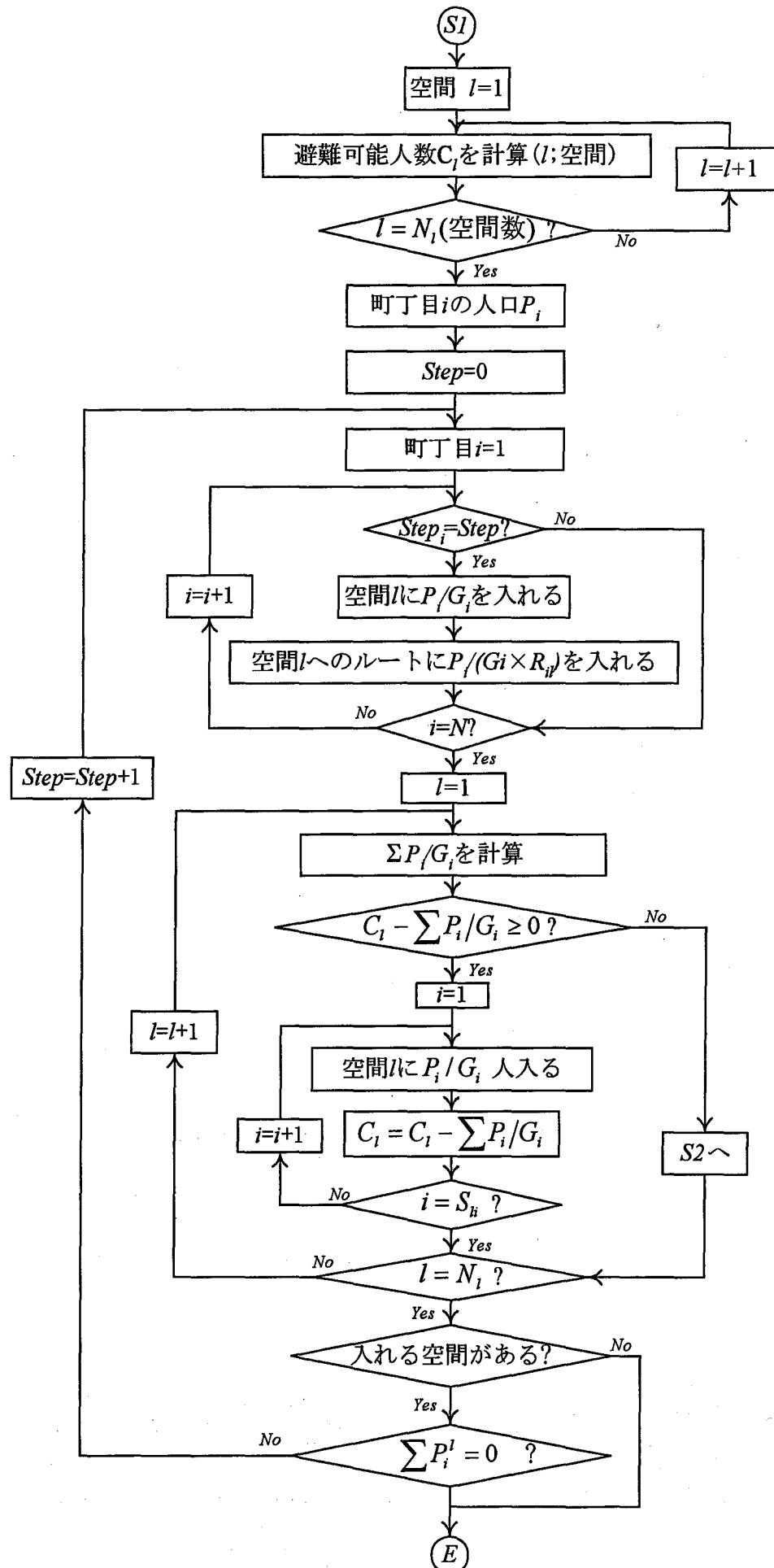


図6.2 避難行動に関するシミュレーションのフロー (2)

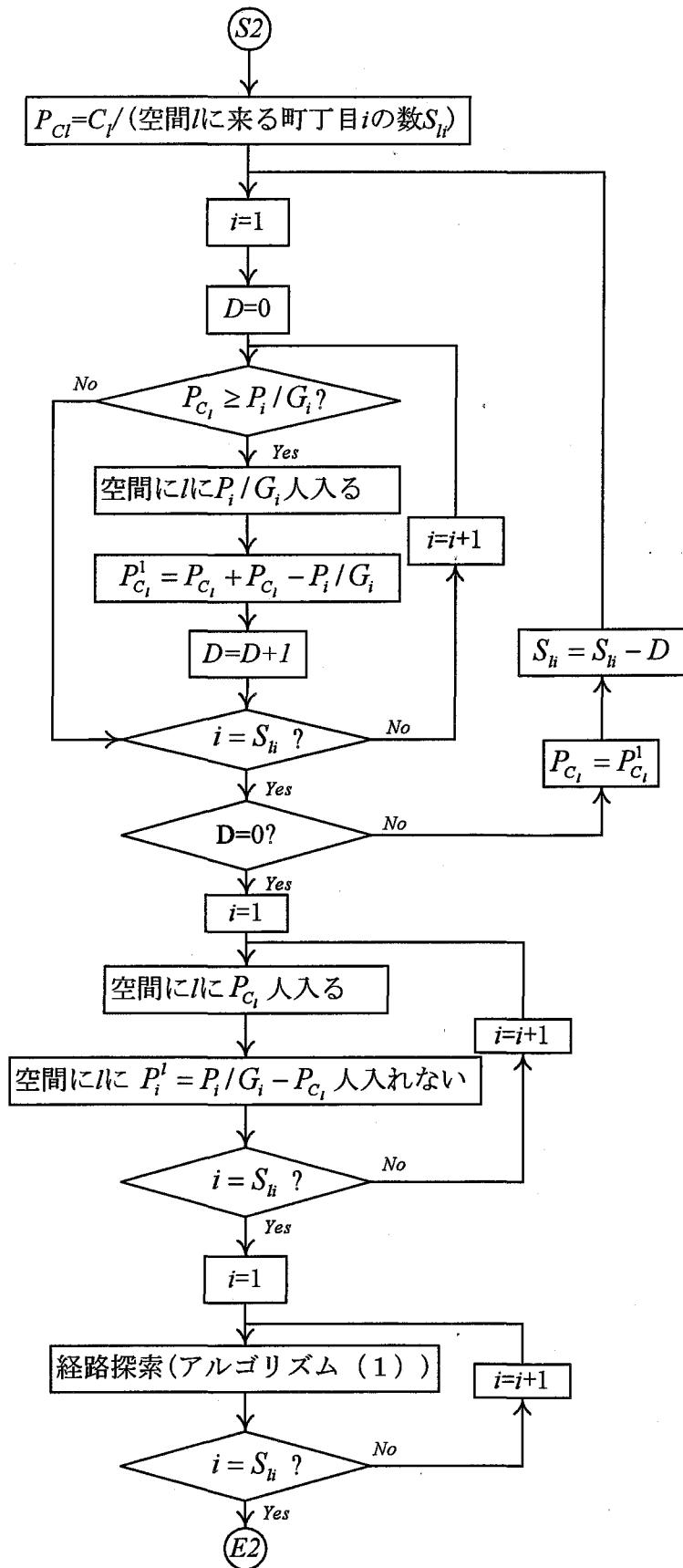


図6.2 避難行動に関するシミュレーションのフロー (3)

る避難空間の数が「空間を通過する数」である。以上から、各町丁目から何人がどの空間へ避難するかがわかり、避難空間からみれば何人避難してくるかがわかるようにしている。なお、この計算には 2000 年の国勢調査の人口を用いた。

6.2.2 空間配置の評価⁵⁾

前項で述べた方法で分析した結果を以下に述べ、この結果を用いて避難空間の配置を評価する。

1) step 数

まず、図 6.1 で考え方を示した避難空間までの step 数を図 6.3 に示す。なお、この図で「避難できない」と書いているのは、空間に入れない住民がいることを表している。

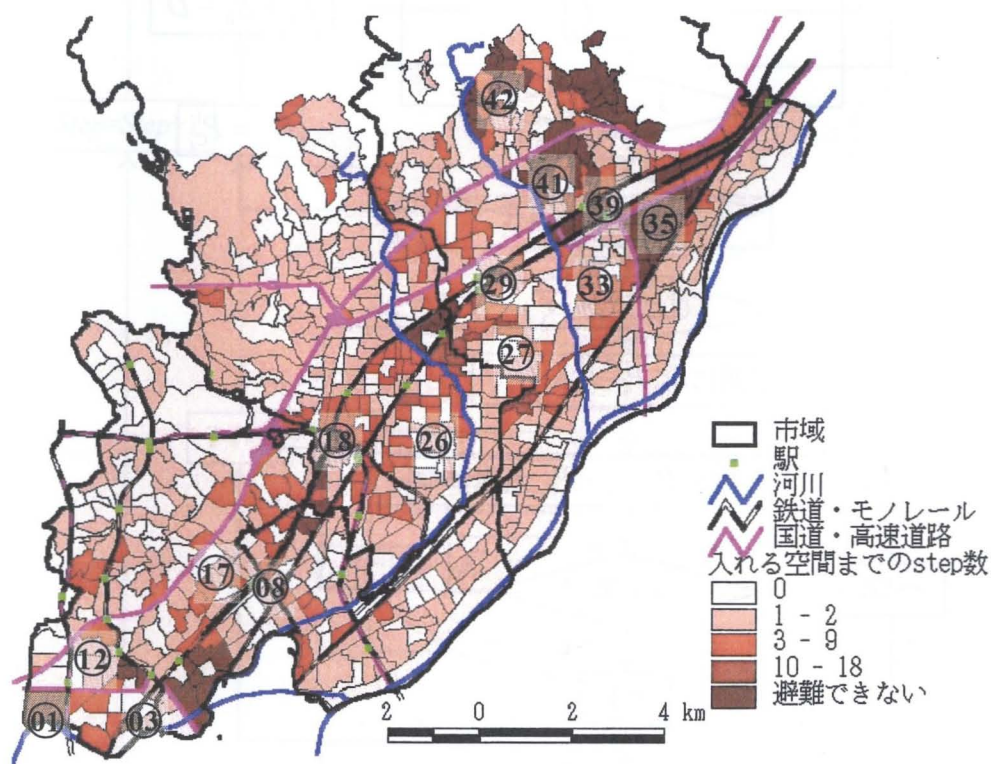


図 6.3 緊急避難空間までの step 数

図 6.3 より、吹田市南部の①③の地区、阪急京都線および JR 東海道本線沿線の⑧⑫⑬⑲⑳㉓㉕㉗㉙㉛㉝の地区、高槻市の北部の⑫の地区で避難できない人がいる。また、⑱⑲の地区でも step 数が 10 を越え、1 次避難のために非常に遠くまで行かなければな

らない人がいることがわかる。上記の鉄道沿線は、早くに都市化が進行した地区であるとともに、細長く分断された地区が多い。これらのため、避難空間が人口に対して不足していたり、1次避難のために遠くまで行かなければならない人がいるようになったと考えられる。

2) ルート数

1次避難のルート数が少ないということは、1つのルートが通れないとき、避難できない可能性が大きくなる。したがって、ルートは複数あった方が好ましいといえる⁶⁾。しかし、避難空間がある町丁目や、空間が隣の町丁目にあるとき、ルート数が少なくなる。つまり、ルート数は避難空間までの step 数が大きいときに意味を持つ。そこで、step 数が2以上の町丁目に関する緊急避難空間までのルート数を図 6.4 に示す。

この図より、阪急京都線と JR 東海道本線に挟まれた地区はルート数が少ないことがわかる。また、小さい(町丁目数が少ない)地区もルート数が少なくなっている。これより、地域の分断が避難経路を限定させることにより、避難の危険性を増加させていると言うことができよう。

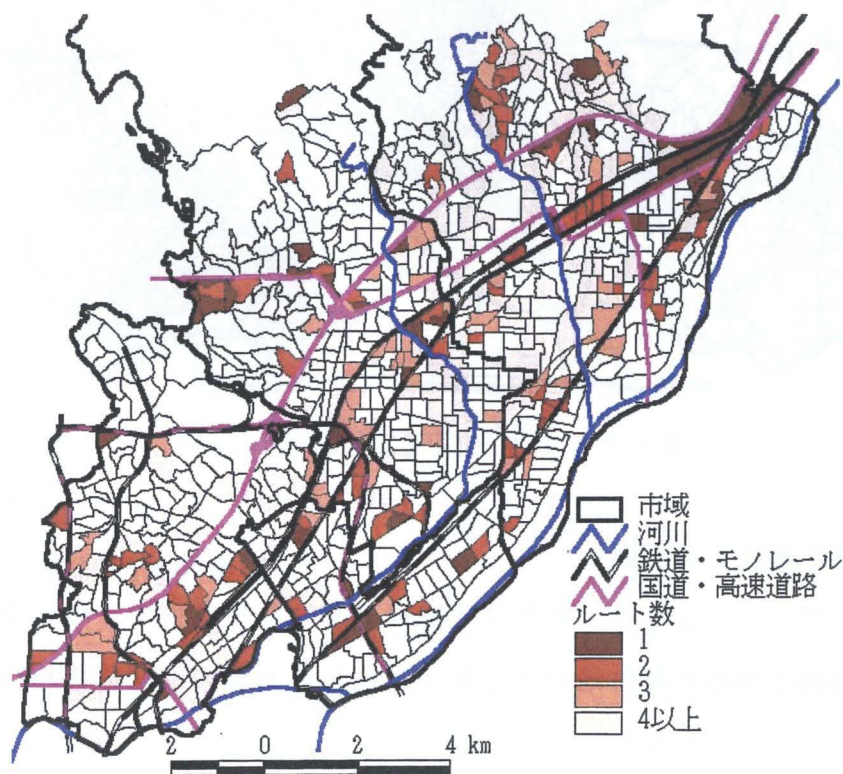


図 6.4 緊急避難空間までのルート数

3) ゴール数

ここでは、到達する避難空間の数をゴール数として表現する。つまり、ゴール数が多いということは、避難空間の選択肢が多いということである。なお、避難空間が近くにある町丁目は、ルート数と同様にゴール数も少なくなる。このため、2)と同様にstep数が2以上の町丁目に着目して、ゴール数を表現した。これを図6.5に示す。

この図より、ゴール数の少ない町丁目は、図6.4のルート数の少ない町丁目とほぼ同じであることがわかる。つまり、図6.5で示した町丁目は、避難するために遠くまで行かなければならず、さらに避難空間およびそこへ行くルートが限定されているということである。

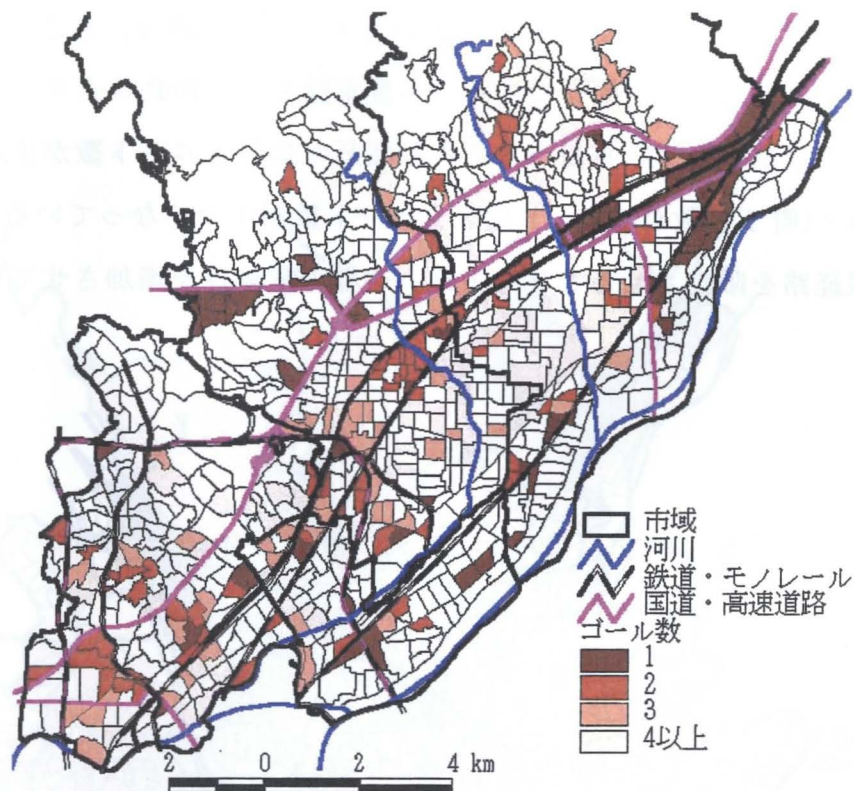


図 6.5 ゴール数

4) 緊急避難空間を通過する回数

図6.4と図6.5で示した図では、避難する住民のあせりが表現できていない。上述したように、住民は最初に決めた居住地のある町丁目から最も近い空間に入れなかったとき、その空間から最も近い空間を新たに探して移動する。これを繰り返すと、避難空間までのルート数やゴール数が増加することがある。つまり、step数は増加するが、ルート数やゴール数も増加するということである。このことを考慮し、緊急避難空間を通過する回数を

図 6.6 に示す。これは、避難空間に入れない回数を表現している。つまり、何度も避難空間を通過しなければならないことを表しており、1次避難行動における住民のあせりやいらだちを表現していると解釈できる。

図 6.6 では、図 6.4 および図 6.5 と異なった町丁目が高い値を示している。つまり、通過する回数が多い町丁目も、ルート数およびゴール数が少ない町丁目と同様に、1次避難行動からみて危険だと考えられる。さらに、この図で高い値を示した町丁目の人は、避難行動の間に何度も空間を通過しなければならず、非常に不安にかられると考えられる。精神的な不安感や苦痛を考慮すると、1次避難行動からみて非常に危険性の高い町丁目であるといえよう。

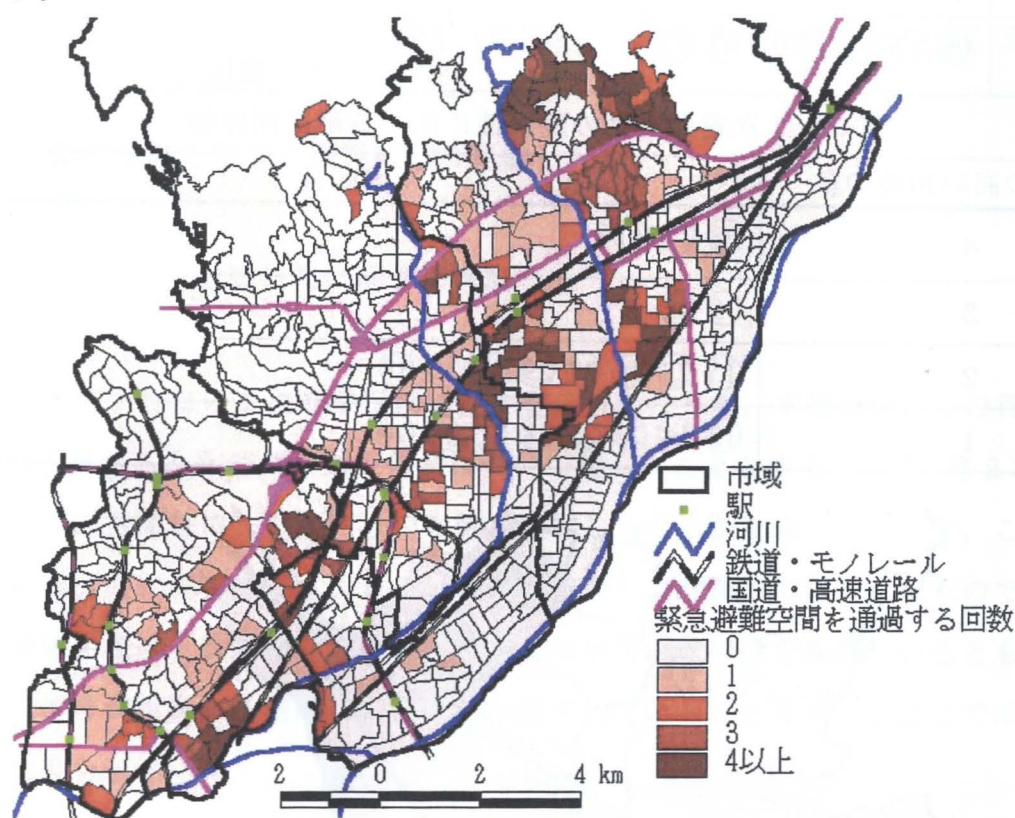


図 6.6 緊急避難空間を通過する回数

5) 結果の考察と空間配置の評価

以上の結果より、上述したように、緊急避難空間に入れない町丁目は、吹田市南部の①③の地区、阪急京都線および JR 東海道本線沿線の⑧⑫⑬⑲⑳㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺㊻㊼㊽㊾㊿の地区、高槻市の北部の④⑤の地区に存在する。以上で示した分析結果をまとめたものを表 6.1 に示す。つまり、step 数が多い地区、ルート数およびゴール数が少ない町丁目が多い地区、および緊急避難空間を通過する回数が多い町丁目が多くある地区をまとめたものである。さらに、

各地区がいくつかの指標からみて、1次避難行動に関する危険性が高いかを表 6.2 と図 6.7 に示しておく。

表 6.1 1次避難行動の危険性に関する指標毎の地区の評価

指標	地区番号	備考
step 数	①⑧ ①⑦ ①⑧ ②⑤ ②⑥ ②⑦ ②⑨ ③③ ③⑨ ④① ④②	「避難できない」もしくは「step 数が10以上」の町丁目がある地区
ルート数	①⑧ ①⑤ ①⑦ ②② ②③ ②⑨ ③⑤ ③⑥ ③⑧ ③⑨ ④① ④② ④④	step 数が2以上でルート数が1の町丁目が複数ある地区
ゴール数	①⑧ ①② ①⑤ ①⑦ ②③ ②⑧ ③⑤ ③⑧ ③⑨ ④① ④④	step 数が2以上でゴール数が1の町丁目が複数ある地区
空間を通過する回数	①⑧ ①⑦ ②⑥ ②⑦ ③③ ④① ④②	空間を通過する回数が4以上の町丁目が複数ある地区

表 6.2 1次避難行動の危険性に関する地区別評価

危険性の高い指標の数	地区番号
4	①⑧ ①⑦ ④①
3	③⑨ ④②
2	①⑤ ②③ ②⑥ ②⑦ ②⑨ ③③ ③⑤ ③⑧
1	①② ①⑧ ②② ②⑤ ②⑧ ③⑥ ④① ④④

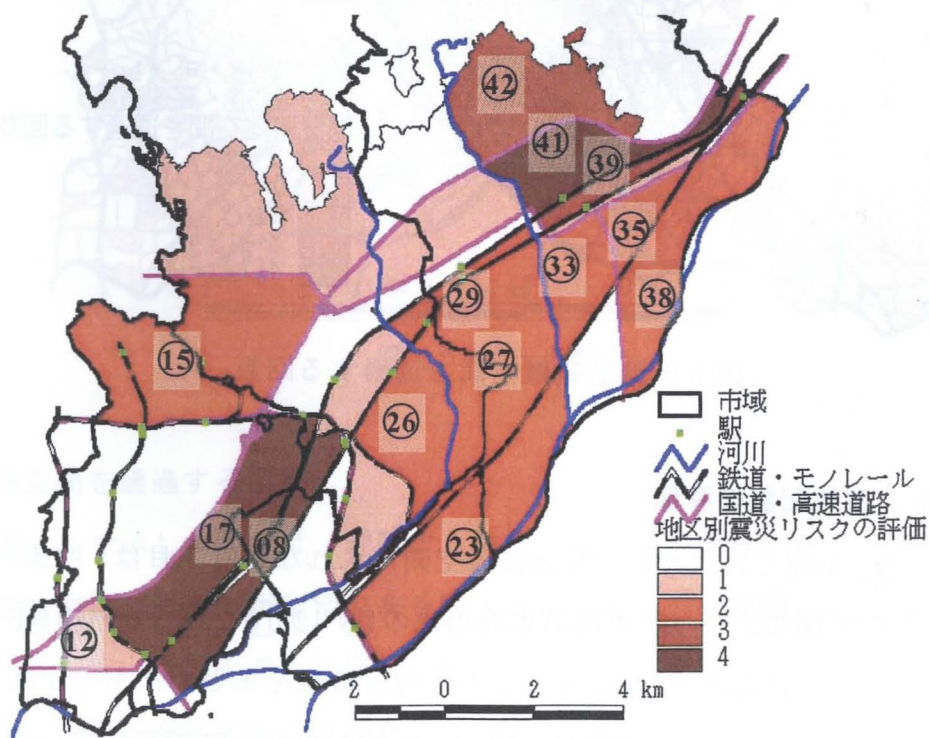


図 6.7 1次避難行動の危険性に関する地区別評価

表 6.1 で番号があがった地区は、⑧ ⑫ ⑮ ⑰ ⑱ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿ である。これらは、地域の分断と町丁目のつながり、および人口を考慮したとき、住民の1次避難行動からみて好ましくない避難空間の配置になっている地区である。特に、表 6.2 からわかるように、⑧ ⑰ ㊱ の地区は、1次避難行動に関する全ての指標からみて危険性の高い地区である。つまり、これらの地区は、全ての地区の中で最も住民の1次避難行動からみて好ましくない避難空間の配置になっていることがわかる。

以上のことから、避難行動からみたとき、最も危険性の高い地区の安全性を高めるためには、⑩⑪⑫の地区では新たな空間の創成、もしくは他の地区の避難空間とつなぐことが必要であるといえよう。特に、⑩⑪は隣接しており、これらの地区をつなぐように新たな空間を創成することが、結局、最も危険性の高い地区の安全性を高めることとなる。

6.3 避難行動からみた空間の減災価値の評価

6.3.1 空間からみた避難行動に関する考察

前節では、町丁目毎の1次避難行動に関する分析を行った。本節では、この行動に着目して、地域住民からみた空間の減災価値について述べることとする。まず、第2章の表2.3であげた自然的空間毎に、どれだけの人数が避難してくるかを表6.3に示す。これは、前述の1次避難行動に関するシミュレーションの結果を、空間毎に集計したものである。この表は、地域住民の1次避難行動からみたときの空間の重要性を表しているともいえる。なお、地区番号が複数ある空間は、空間が分断されていることを示し、ここでは地区毎に集計した結果を示す。

表 6.3 より、市レベルの淀川河川敷公園へ避難する人数は、全ての地区の合計で 26421 人となっており、全ての空間の中で避難人数が最も多くなっている。次いで、地区レベルの片山公園、城跡公園、若園公園、近隣レベルの上の池公園、津之江公園、中央公園となっている。これらの空間は、多くの住民の 1 次避難のために利用されると想定できる。つまり、これらの空間は震災時の避難行動からみたとき、地域住民の安全性を高めるためには非常に重要な空間であるといえよう。

表 6.3 空間毎の1次避難人数（1）

階層	空間名	No.	地区番号	避難人数
近隣レベル	上の池公園	27	42	13500
	津之江公園	31	27	13464
	中央公園	23	25	12000
	江坂公園	21	12	11500
	郡山公園	24	15	11401
	山田西公園	17	16	9500
	水尾公園	15	26	8494
	緑が丘公園	14	42	8481
	市場池公園	16	17	8382
	庄屋公園	12	8	7000
	藤白公園	20	15	6190
	新芦屋中央公園	5	17	5499
	沢良宜公園	6	22	5499
	桑田公園	3	26	4999
	南吹田公園	22	2	4810
	山手台中央公園	2	44	4436
	ねむの木公園	10	16	4197
	佐竹公園	30	16	4075
	竹見公園	18	14	3650
	島三号公園	19	16	3626
	高野公園	26	16	3569
	津雲公園	29	14	3477
	古江公園	28	15	2556
	青山公園	25	15	2556
	鳥飼中部第1公園	8	23	2361
	くちなし公園	13	15	2251
	芥川緑地	1	43	1790
	南平台中央公園	11	43	1790
	平和公園	7	9	1464
	鳥飼中部第4公園	9	23	670
	佐井寺南が丘公園	4	16	580
	芥川	33	33	1450
			27	2000
			23	250
	安威川	34	44	4180
			28	950
			40	400
			29	850
			17	650
			26	1890

表 6.3 空間毎の1次避難人数（2）

階層	空間名	No.	地区番号	避難人数
地区レベル	片山公園	37	17	19241
	城跡公園	39	39	15827
	若園公園	35	26	15320
	紫金山（史跡）公園	36	17	11220
	耳原大池公園	38	44	7777
	桃山公園	41	41	7437
	千里南公園	44	14	4271
	西河原公園	43	40	3961
			30	1572
	中の島公園	42	7	3526
	檜の木公園	40	15	3103
市レベル	淀川河川敷公園	49	21	4513
			23	13367
			34	709
			38	7832
	千里北公園	47	15	5636
	千里中央公園	45	15	1462
	忍頂寺スポーツ公園	46	対象地域外	
	萩谷総合公園	48	対象地域外	
広域レベル	万博公園	52	15	2004
			16	7309
	服部緑地	51	11	5164
			13	4935
	摂津峡公園	50	対象地域外	

また、これらの空間への1次避難人数は、広域レベルの万博公園（合計避難人数 9313 人）、服部緑地（合計避難人数 10099 人）より多くなっている。この理由は、この2つの空間のまわりには多くの緊急避難空間があるためである。このため、この2つの空間の緊急避難空間としての重要性は低くなっている。

以上の結果より、近隣・地区レベルの空間で1次避難行動からみたときに非常に重要な空間があることが示された。しかしながら、ここでは緊急避難空間そのものの安全性を考慮できていない。このため、次項では自然的空間の安全性を評価することとする。

6.3.2 避難空間としての安全性の評価

避難空間としての安全性は、規模が最も重要な要因であり、次に水や樹木の存在が重要となる^{7) 8)}。これまで述べたように、規模については階層に分類しているため、ここでは

水辺の有無と樹木の存在およびその配置に着目して、階層毎に自然的空間の安全性を評価することとする。なお、空間に隣接する建物の状況を把握することができなかったため、この評価ではこれを考慮しないこととする。建物の状況まで考慮に入れるためには、4市を対象とした研究ではなく、より小さい範囲を対象とした、例えば建物1棟ずつの延焼に着目した研究が必要となることを断っておく。

各空間の水辺と樹木についてまとめた結果を表 6.4 に示す。水辺は河川・ため池・人工水路（人工水路・徒歩池・噴水）に分類して表示している。樹木は空間を囲むように配置されているときは「囲む」、半分以上を囲んでいるときは「以上」、半分以下を囲んでいるときは「以下」、ほとんど囲まれていないときは「なし」と記述した。備考欄には周辺環境等について記述している。

次に、この表をもとに空間の評価を行う。まず、水辺に関しては「河川・ため池がある」、「河川・ため池に隣接している」、「人工水路がある」、「なし」の4段階で評価を行うこととした。人工水路は上水道が使えないとき水の供給源が無く、さらに貯留されている水量も少ないため、河川・ため池の存在より評価を低くした。なお、「河川・ため池に隣接している」とは、水辺と空間の間に堤防が存在する場合であり、これがない場合は空間の中にあると判断している。

樹木に関しては、上述と同様に「囲む」、「以上」、「以下」、「なし」の順に評価が下がるとしている。これは、火災の延焼がどの方向から来るかわからないため、より多く囲まれていた方が安全であると判断したことによる。なお、ここでは全ての空間の樹木の種類やその配置を把握することができなかったため、樹種による輻射熱の緩和度合いや常緑樹と落葉樹の区別はしていない。

さらに、学校や緑地に隣接しているときは空間の安全性が高まると判断している。

以上の3つの視点（規模・水辺・樹木）から階層毎に評価した結果を表 6.5 に示す。なお、この表の番号は表 6.3 の No.に対応しており、太字は学校や緑地に隣接していることを表している。また、字の色は注書きに対応した空間のある市を表している。この表は右上の方が評価は高くなっている。

これより、規模が大きくなるにつれて、緑と水による空間の安全性も全体的に高まっていることがわかる。また、学校と隣接している空間は13あり、そのうち7つが吹田市である。特に近隣レベルの空間では、このような配置を行うことが安全性を高めるためには有効であり、吹田市の空間の安全性は他の3市より高いことがわかる。

表 6.4 避難空間としての安全性（１）

階層	No.	空間名	市	水辺	樹木	備考
近隣 レベル	1	芥川緑地	高槻市	河川	以下	
	2	山手台中央公園	茨木市	なし	以上	学校に隣接
	3	桑田公園	茨木市	人工水路	以下	
	4	佐井寺南が丘公園	吹田市	なし	以下	
	5	新芦屋中央公園	吹田市	なし	以上	
	6	沢良宜公園	茨木市	なし	以上	
	7	平和公園	摂津市	人工水路	以上	河川に隣接
	8	鳥飼中部第1公園	摂津市	なし	囲む	
	9	鳥飼中部第4公園	摂津市	なし	囲む	学校に隣接
	10	ねむの木公園	吹田市	なし	囲む	緑地に隣接
	11	南平台中央公園	高槻市	なし	以下	学校に隣接
	12	庄屋公園	摂津市	なし	囲む	
	13	くちなし公園	吹田市	なし	囲む	学校に隣接
	14	緑が丘公園	高槻市	人工水路	以上	名神高速道路に隣接
	15	水尾公園	茨木市	なし	以上	
	16	市場池公園	摂津市	ため池	以上	
	17	山田西公園	吹田市	ため池	以下	学校に隣接
	18	竹見公園	吹田市	なし	以上	
	19	島三号公園	茨木市	なし	以上	河川に隣接
	20	藤白公園	吹田市	ため池	囲む	学校に隣接
	21	江坂公園	吹田市	人工水路	以上	
	22	南吹田公園	吹田市	なし	囲む	
	23	中央公園	茨木市	人工水路	以下	
	24	郡山公園	茨木市	ため池	囲む	
	25	青山公園	吹田市	なし	囲む	学校に隣接
	26	高野公園	吹田市	なし	以下	
	27	上の池公園	高槻市	ため池	以上	
	28	古江公園	吹田市	なし	囲む	
	29	津雲公園	吹田市	人工水路	囲む	学校に隣接
	30	佐竹公園	吹田市	ため池・人工水路	囲む	
	31	津之江公園	高槻市	河川	なし	如是川と芥川の合流点
	32	清水池	高槻市	ため池	なし	
	33	芥川	高槻市	河川	なし	
	34	安威川	茨木市	河川	なし	

表 6.4 避難空間としての安全性（２）

階層	No.	空間名	市	水辺	樹木	備考
地区レベル	35	若園公園	茨木市	人工水路	以上	学校に隣接
	36	紫金山（史跡）公園	吹田市	ため池	囲む	公園の上を名神高速道路が通る
	37	片山公園	吹田市	ため池	囲む	
	38	耳原大池公園	茨木市	ため池	以上	
	39	城跡公園	高槻市	人工水路	以下	学校に隣接 耐震貯水槽設置
	40	樫の木公園	吹田市 豊中市	ため池	囲む	
	41	桃山公園	吹田市	ため池・ 人工水路	囲む	
	42	中の島公園	吹田市	なし	囲む	河川に隣接
	43	西河原公園	茨木市	人工水路	囲む	河川に隣接
	44	千里南公園	吹田市	ため池	以上	
市レベル	45	千里中央公園	吹田市 豊中市	ため池・ 人工水路	以上	学校に隣接
	46	忍頂寺スポーツ公園	茨木市	人工水路	囲む	周囲は山の緑
	47	千里北公園	吹田市	ため池	以上	体育館あり 学校に隣接
	48	萩谷総合公園	高槻市	人工水路	囲む	周囲は山の緑
	49	淀川河川敷公園	高槻市 摂津市	河川	なし	
広域レベル	50	摂津峡公園	高槻市	河川	囲む	周囲は山の緑
	51	服部緑地	吹田市 豊中市	ため池・ 人工水路	以上	
	52	万博公園	吹田市	ため池・ 人工水路	以上	

表 6.5 空間の安全性評価結果（１）（近隣レベル）

水	緑	なし	以下	以上	囲む
河川・ため池がある		(31) (32) (33) (34)	(1) (17)	(16) (27)	(20) (24) (30)
河川・ため池に隣接				(7)	
人工水路がある			(3) (23)	(14) (21)	(29)
なし			(4) (11) (26)	(2) (5) (6) (15) (18) (19)	(8) (9) (10) (12) (13) (22) (25) (28)

注；吹田市 茨木市 高槻市 摂津市

表 6.5 空間の安全性評価結果（２）（地区レベル）

水	緑	なし	以下	以上	囲む
河川・ため池がある				(38) (44)	(36) (37) (40) (41)
河川・ため池に隣接					(42) (43)
人工水路がある			(39)	(35)	
なし					

表 6.5 空間の安全性評価結果（３）（市・広域レベル）

水	緑	なし	以下	以上	囲む
河川・ため池がある	(49)			(45) (47) (51) (52)	(50)
河川・ため池に隣接					(46)
人工水路がある					(48)
なし					

注；吹田市 茨木市 高槻市 摂津市、(49)は高槻市と摂津市の両市にまたがる

階層毎にみると、近隣レベルでは水辺のある空間が 12/33 と少ないことがわかる。特に、緑が少なく、学校にも隣接していない(25)高野公園はここであげた空間の内、最も安全性の低い空間である。逆に、このレベルで最も評価が高い空間は(19)藤白公園である。

地区レベルでは近隣レベルより評価が高まっている（表の右上の空間が多い）が、相対的に(38)城跡公園の評価は低いものとなっている。この空間には耐震性貯水槽が地下に埋められており、飲み水は確保されている。しかしながら、地震発生直後の消火用水を確保するまでに至っていない。そして、この空間は阪急高槻市駅および JR 高槻駅に近いため、昼間に地震が発生すれば避難する人はより多くなることが想定される。このため、空間の安全性をより高めておくことが必要であろう。

市・広域レベルでは(48)淀川河川公園の評価が低くなっているが、これは樹木が無いためである。しかしながら、樹木より火災に対して安全な堤防があるため、安全性は高いと考えられる。(47)萩谷総合公園は人工水路しかないため、評価が低くなっている。この空間は山麓部にあり、周辺は樹木に囲まれているため、火災の延焼に対する危険性は低いと考えられる。しかしながら、この空間は山麓部にあり市街地から離れているため、緊急避

難空間として利用しにくくなっている。

6.3.3 空間の減災価値の評価

前項までの結果を用いて、「避難人数」と「空間の安全性」に着目した自然的空間の減災価値について、階層毎に以下に述べる。

1) 近隣レベル

表 6.3 に示したように、避難人数が多い空間は(27)上の池公園、(31)津之江公園(23)中央公園、(21)江坂公園、(24)郡山公園であり、これらの空間には1万人以上の人が集まると想定される。これらの中で最も安全性の高い空間は(24)郡山公園である。したがって、1次避難行動からみたとき、この空間の減災価値は非常に高いといえよう。一方、(23)中央公園は多くの人が避難して来ることが想定されるが、空間の安全性は低くなっている。この空間では、ため池等の水辺をつくることや、地下貯水槽を設けることによる水の確保と、樹木で空間を囲むようにすることが、避難してくる人の安全性を考えると重要であるといえる。

2) 地区レベル

このレベルで避難人数が多い空間は(37)片山公園、(39)城跡公園、(35)若園公園、(36)紫金山公園であり、これらの空間には1万人以上の人が集まると想定される。これらの中で安全性の高い空間は、(36)紫金山公園と(37)片山公園である。特に、片山公園は避難人数が全てのレベルで最も多く、さらに空間の安全性も高い。したがって、全ての空間の中で最も減災価値が高いといえよう。一方、(39)城跡公園は避難人数が多く想定されるにもかかわらず、空間の安全性は低くなっている。この空間は学校と隣接しており、この学校とあわせて空間の安全性を高めることが重要であるといえよう。

3) 市・広域レベル

このレベルでは、(49)淀川河川敷公園の避難人数が最も多く、次いで(51)服部緑地と(52)万博公園となっている。これらの空間は面積が大きく、その安全性は高いと考えられる。淀川河川敷公園は地区毎の避難人数を合計したとき、最も避難してくる人数が多くなって

いる。さらに、有馬高槻および生駒断層系地震の想定震度は淀川沿岸部で高くなっていることより、地域住民の安全性を高めるという視点からみたとき、この空間の減災価値は非常に高いものであるといえよう。

6.4 結言

本章では、まず、自然的空間の階層性と地域の分断を考慮して、1次避難行動に関する分析を行った。この時、町丁目をノードとし、その隣接関係をリンクとしたグラフを作成した。ノードに階層毎の空間の有無と町丁目の人口を属性として持たせた。さらに、緊急避難空間までの行きやすさについて、双対グラフの考え方を援用して、step 数として表現した。この結果、阪急京都線および JR 東海道本線沿線の地区と高槻市の北部が1次避難のために遠くまで行かなければならない町丁目があることを明らかにした。

次に、空間までのルート数とゴール数を分析することにより、上述の鉄道によって挟まれた地区はルートが限定されることを示した。これは、ある町丁目を通過できなくなったとき、避難できなくなる町丁目が発生する可能性があり、非常に危険である。また、ゴール数を分析した結果、ルート数が少ない町丁目がゴール数も少なくなっていた。つまり、避難空間の選択肢が少なく、さらにそこへ到達するためのルートも少ないということである。したがって、1次避難からみたとき、上述の鉄道によって挟まれた地区は非常に危険性が高いということがわかる。

さらに、避難空間を通過する回数を分析した。この回数は、避難空間に入れない回数を表している。この回数が多いということは、何度も空間を通過しなければならないことを意味しており、1次避難行動における住民のあせりやいらだちを表しているとも解釈できる。この結果、上述の鉄道周辺の地区および高槻市の北部で、この値が高くなる町丁目が集まっていることを示した。

以上の結果より、⑯⑰④②の地区が、1次避難行動からみたとき最も危険性が高いことが明らかになった。したがって、震災時の住民の安全性を高めるためには、⑯⑰④②の地区では新たな空間の創成、もしくは他の地区の避難空間とつなぐことが必要であるといえよう。特に、⑯⑰は隣接しており、これらの地区をつなぐように新たな空間を創成し、対象地域の中で最も危険性の高い地区の安全性を高めることが重要であることがわかる。つまり、こういう地区こそ震災リスクを目的とした環境創成計画が必要な地区であるとい

うことがわかる。

次に、6.3 では、1次避難行動からみた自然的空間の減災価値について論じた。まず、前節の結果を用いて各空間に来る避難人数を計算した。この結果、近隣・地区レベルで非常に多くの人数が避難してくる空間があることを示した。さらに、空間の樹木の量と配置、水辺の有無と形態に着目して、空間の安全性を評価した。これらの結果を用いて、階層毎の自然的空間の減災価値評価を行った。こうして、近隣レベルでは、郡山公園の減災価値が非常に高いことを示した。また、地区レベルでは片山公園の減災価値が高くなった。この空間は全ての空間の中で最も避難人数が多くなっており、住民の震災時の安全性を高めるという点で、非常に重要な空間であるといえる。市・広域レベルでは、淀川河川敷公園の減災価値が高くなった。有馬高槻および生駒断層系地震では淀川沿岸部の想定震度は高くなっており、この空間の減災からみた重要性は非常に高いといえよう。

本章では、以上の成果が得られた。しかしながら、ここで示した分析ではルートの安全性を評価できていない。このため、次章では、第5章で示した避難の必要性に関する指標と、本章で示した避難行動に関する分析結果を用いて、町丁目毎の1次避難行動を考慮した震災リスクの計量化を行うこととする。

～参考文献～

- 1) 萩原良巳・清水康生・亀田寛之・秋山智広：GISを用いた災害弱地域と高齢者の生活行動に関する研究－京都市上京区を例にして－、総合防災研究報告第10号、京都大学防災研究所総合防災研究部門、2000.
- 2) Reinhard Diestel：Graph Theory、Springer、2000.
- 3) J.A.Bondy and U.S.R.Murty：グラフ理論への入門、共立出版、1991.
- 4) 浅野哲夫：計算幾何学、朝倉書店、1990.
- 5) 神谷大介・萩原良巳：都市域における環境創成による震災リスク軽減のための計画代替案の作成に関する研究、環境システム研究論文集、Vol.30、pp.119-125、2002.
- 6) 室崎益輝：『アジア・太平洋地域に適した災害危険度評価と防災都市計画』第1回チーフミーティング資料、2002.
- 7) 都市緑化技術開発機構 編：防災公園計画・設計ガイドライン、大蔵省印刷局、1999.
- 8) (財)都市緑化技術開発機構 公園緑地防災技術研究会 編：防災公園技術ハンドブック、

公害対策技術同友会、2000.

第7章 避難行動に着目した町丁目別震災リスクの計量化

7.1 緒言

第5章では、地区毎の避難の必要性に関する評価を行った。第6章では、町丁目別の避難行動に関する分析を行い、この結果から1次避難行動からみた危険性の高い町丁目を明らかにした。本章では、これらの結果を用いて、避難行動を考慮した震災リスクの計量化を行うこととする。

序論で述べたように、震災リスクは人々にとって望ましくない事象の

①発生の不確かさの程度

②望ましくない大きさの程度

に関連して使われる¹⁾。

震災リスクを確率として捉えるためには、建物の倒壊や火災の発生およびその延焼等に関する可能性（確率）を明確に捉える必要がある。しかしながら、これまで述べたように、これらの可能性は地震が発生する季節や天候、地盤条件、建物の構造等によって変化し、非常に不確実性の高いものである。さらに、地震の発生というペリルに関して、その被害の大きさに関係する要因（ハザード）は広範囲な社会的要因に関連している¹⁾。

例えば、避難行動だけに着目しても、住民が避難空間を知っているか否か、どの避難空間に行けば空間に入ることができるか等、住民が持つ情報によっても被害の大きさは変化すると考えられる。また、地震が発生する時間によっても、火災の発生件数に違いが生じると考えられる。火災の延焼も、その時々気候等の条件や建物の状況（耐火建物、隣接建物との間隔等）によって変化する。つまり、被害を発生させる要因（例えば、火災の発生）が不確実性の高いものであり、さらに、その被害の大きさを左右する要因（例えば、火災の延焼に係る要因）も不確実性の高いものである。また、被災者の心理状況によっても被害を軽減するための行動（例えば、初期消火や避難行動）に違いが生まれると考えられる。

したがって、①の不確かさの程度を表現することは非常に困難である。また、②の被害の大きさの程度を表現することも困難である。そして、不確実性の高い現象に対して、複雑な分析を行ったとしても、非常に多くの仮定をおく必要があったり、例えその必要がなかったとしても、その結果は不確実性を増大させると考えられる。このため、前章で述べ

た1次避難行動に関するシミュレーションでは、大きくは「住民は近い(step数が小さい)空間へ避難する」と「大きい空間(階層が上の空間)へ避難する」という簡単な2つの仮定で分析した。また、これまでの空間配置の評価に関しても、最悪の状況を想定して行ってきた。つまり、不確実性の高い現象に対して、簡単で明確な仮定やシナリオを設定して分析や評価を行ってきたということである。

また、前章で述べた1次避難行動に関するシミュレーションで得られる「ルート数」、「ゴール数」、「緊急避難空間を通過する回数」は、step数の変化によって大きく変わる。したがって、第5章で述べた避難の必要性で用いた指標も含め、より総合的に避難行動に関する震災リスクを計量化することが重要となる。

以上の考えのもと、本章では、これまでに述べてきた1次避難行動に係わる指標を用いた震災リスクの計量化を行うこととする。上述したことより、本章で行う分析の結果は震災リスクを絶対的に評価しうるものではない。このため、ここでは北摂地域内での相対的な評価を行うこととする。つまり、1次避難行動からみたとき、対象地域のどの町丁目の危険性が高いかを明らかにすることとする。

7.2 震災リスクの計量化

7.2.1 計量化の考え方

1) 震災リスク計量化のための指標

本節では、第5章の図5.10で示した避難の必要性に関する指標と、第6章の避難空間の配置の評価で用いた指標で町丁目毎の震災リスクの計量化を行う。これらの指標を再度示しておく。

- A; 建物の倒壊に関する指標・・・1980年以前建物延べ床面積
- B; 火災の延焼に関する指標・・・木造建物延べ床面積と水辺の有無
- C; 避難空間までの近さを表す指標・・・step数
- D; 避難空間への行き方の数を表す指標・・・ルート数
- E; 避難空間の数を表す指標・・・ゴール数
- F; 避難行動でのあせりやいらだちを表す指標・・・空間通過数
- G; 想定震度

震災リスクの計量化に関するこれらの指標には、建物に関する A や B のような連続変数のものと、水辺の有無のような 0-1 変数のものがある。さらに、指標によって値が増加する方が危険なものと安全なものがある。したがって、震災リスクを計量化するために、単純に加算することによる指標の合成を行うことはできない。ここでは各指標の持つ意味を損なうことなく、地震時の危険性を簡潔に表現するために、5段階で評価することとする。以下に、各指標の考え方を述べる。

I) 建物の倒壊に関する指標

A は建物の倒壊による避難の必要性を表す指標であり、ここでは、この指標を5段階に分けて整理する。具体的には、①0 以上 2000 未満 (m^2/ha)、②2000 以上 4000 未満、③4000 以上 6000 未満、④6000 以上 8000 未満、⑤8000 以上、である。

II) 火災の延焼に関する指標

B は火災の延焼を増加させる要因と、減少させる要因の2つによって構成される指標である。これら2つの要因を図 7.1 の考え方で1つの指標として扱うこととする。水辺があることによって火災の延焼の危険性は減少すると考えられる。しかし、どの程度減少するかを明確に捉えることはできない。ここでは、水辺があることによって火災の延焼の危険性は①に下がると仮定する。この仮定は、最も安全な状況を想定しているということである。

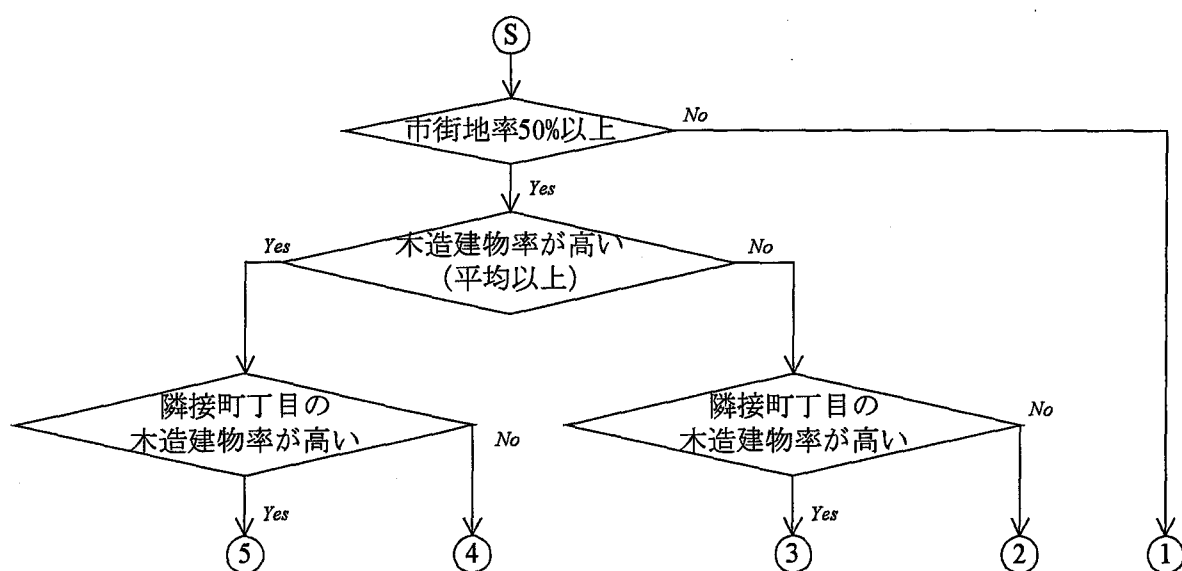


図 7.1 火災の延焼に関する震災リスクの計量化

Ⅲ) 避難空間までの近さを表す指標

第6章で述べたように、避難空間までの近さは step 数で表される。この値は大きくなるにしたがって避難行動に対する危険性が増加するものである。また、避難空間に入れない人がいる町丁目も存在する。このような町丁目を⑤とし、その他の町丁目に関しては、step 数0を基準として①0、②1、③2、④3以上と設定する。

Ⅳ) 避難空間への経路数を表す指標

前章でも述べたように、ルート数は step 数が0や1の時、すなわち、避難空間のある町丁目や隣の町丁目に避難空間があるとき、ルート数は小さい値をとる。このことを考慮し、①step 数が0もしくは1、②ルート数が4以上、以下同様に、③3、④2、⑤1、とする。

Ⅴ) 避難空間の数を表す指標

この指標も4)と同様に、step 数が0や1の時、ゴール数は小さい値をとる。このことを考慮し、①step 数が0もしくは1、②ゴール数が4以上、③3、④2、⑤1、とする。

Ⅵ) 避難行動でのあせりやいらだちを表す指標

この指標は、空間を通過するにつれて、避難を行っている人はあせりやいらだちを感じると考えられる。つまり、通過する空間の数が多くなるにつれて、あせりは増加すると考えることができる。したがって、①通過数が0、以下同様に、②1、③2、④3、⑤4以上とする。

Ⅶ) 想定震度

これは、多くの町丁目で3つの活断層系地震（有馬高槻・上町・生駒）のいずれかで震度6弱以上が想定されている²⁾。これまでも述べたように、阪神・淡路では震度6弱でも死者は出ており、避難の必要性もある。したがって、ここでは想定震度はA～Fの指標を用いた震災リスクの計量化の考察に用いることとする。

上述した指標毎の5段階評価の意味について、表7.1にまとめておく。

表 7.1 町丁目別の震災リスク計量化に関する指標

指標名	内容	①	②	③	④	⑤
A 建物倒壊	1980 年以前建物延べ床面積	0 以上 2000 未満 (m ² /ha)	2000 以上 4000 未満	4000 以上 6000 未満	6000 以上 8000 未満	8000 以上
B 延焼	木造建物延べ床面積と水辺の有無	市街地率が 50% 未満もしくは水辺あり	市街地率が 50% 以上、木造建物が少なく、隣接町丁目も少ない	市街地率が 50% 以上、木造建物が少なく、隣接町丁目は多い	市街地率が 50% 以上、木造建物が多く、隣接町丁目は少ない	市街地率が 50% 以上、木造建物が多く、隣接町丁目も多い
C step 数	step 数	step 数が 0	step 数が 1	step 数が 2	step 数が 3 以上	避難できない人がいる
D ルート数	step 数を考慮したルート数	step 数が 0 もしくは 1	step 数が 2 以上、ルート数が 4 以上	step 数が 2 以上、ルート数が 3	step 数が 2 以上、ルート数が 2	step 数が 2 以上、ルート数が 1
E ゴール数	step 数を考慮したゴール数	step 数が 0 もしくは 1	step 数が 2 以上、ゴール数が 4 以上	step 数が 2 以上、ゴール数が 3	step 数が 2 以上、ゴール数が 2	step 数が 2 以上、ゴール数が 1
F 通過空間数	通過する空間の数	通過する空間数が 0	通過する空間数が 1	通過する空間数が 2	通過する空間数が 3	通過する空間数が 4 以上

2) 指標毎の分析結果とその考察

1) で述べた 7 つの指標のうち、B 以外の指標に関する分析およびその考察は第 5 章と第 6 章で行っている。これら指標がどの図で表していたかを表 7.2 に示しておく。また、B の火災の延焼に関する分析結果を図 7.2 に示す。

表 7.2 震災リスクの計量化に関する指標と図の関係

指標	図番号
A 建物倒壊	第 5 章 図 5.11
B 火災の延焼	第 7 章 図 7.2
C step 数	第 6 章 図 6.3
D ルート数	第 6 章 図 6.4
E ゴール数	第 6 章 図 6.5
F 通過空間数	第 6 章 図 6.6
G 想定震度	第 5 章 図 5.2～図 5.4

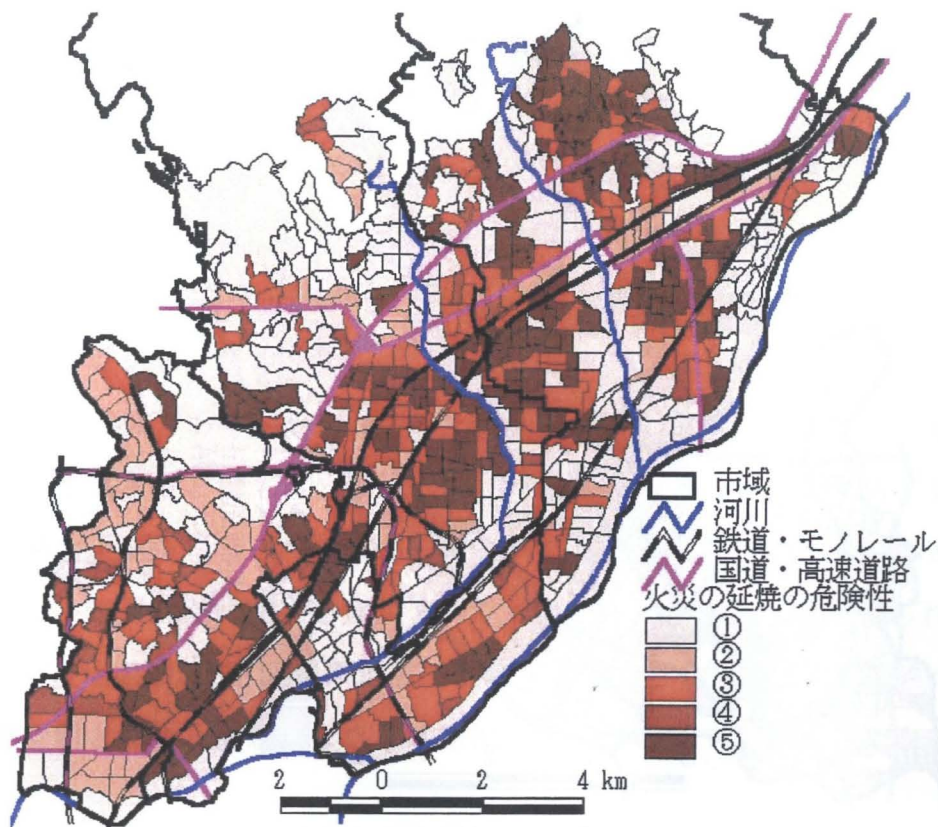


図 7.2 火災の延焼の危険性に関する分析結果

この分析では、各町丁目の木造建物だけではなく、隣接町丁目の木造建物の状況も考慮している。このため、例えば⑤の町丁目に鎖状のつながりが現れている。これは延焼の危険性のつながりを表している。このことを考慮した結果、阪急京都線および JR 東海道本線沿線で火災の延焼の危険性が高いことがわかる。さらに、高槻市の名神高速道路以北の地区も延焼の危険性が高くなっている。前者は早くから都市化が進行した地区であり、後者は近年木造家屋が多く建てられた地区である。

7.2.2 町丁目別の震災リスクの計量化

表 7.1 で示した指標は、①から⑤へと増加するにしたがって、1次避難行動に関する危険性は増大する。ここではまず、町丁目毎に各指標の値を合計した結果を図 7.3 に示す。さらに、各指標に対して最も危険性の高い評価値である⑤の数に着目し、この評価になった指標の数を町丁目毎に図 7.4 に示す。

図 7.3 に示した指標値の和は 6～30 の値を取りうるが、実際は 6～25 の値となった。同様に、図 7.4 の指標値⑤の数も 0～6 の値を取ることができるが、0～4 の値となった。

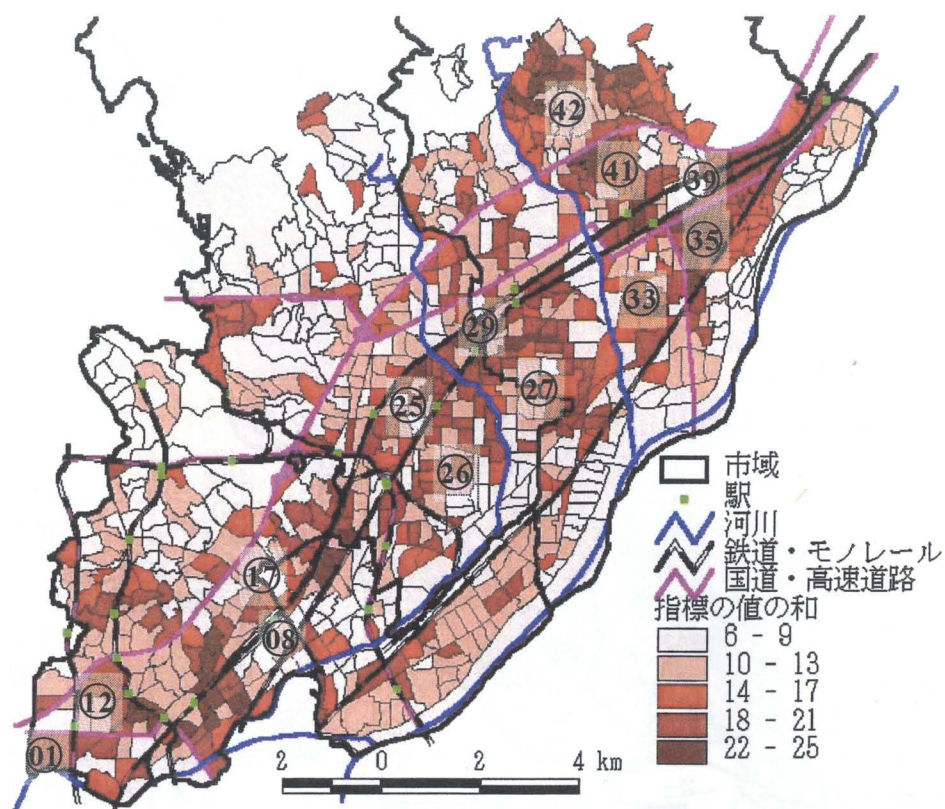


図 7.3 町丁目別の震災リスクの計量化

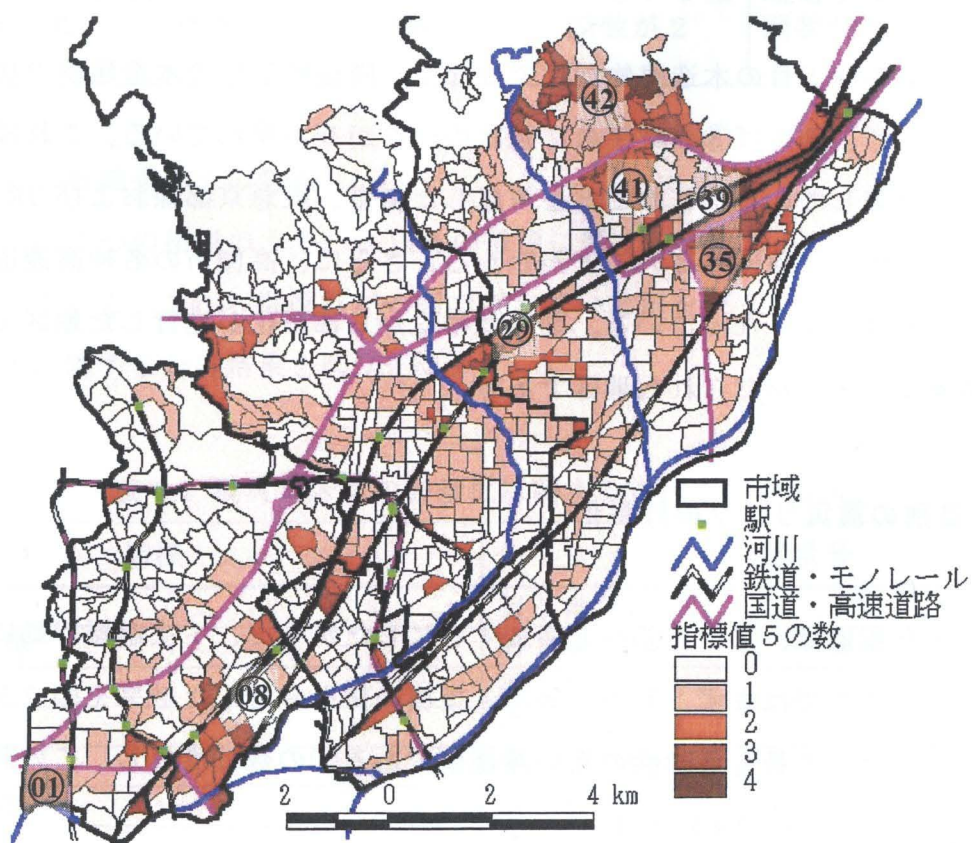


図 7.4 最悪の評価に着目した町丁目別の震災リスク

図 7.3 より、前章で行った 1 次避難行動の分析結果と同様に、阪急京都線および JR 東海道本線沿線の町丁目と、高槻市の北部の震災リスクが高いことがわかる。特に高い町丁目は、①⑧⑫⑬⑮⑯⑰⑱⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲の地区に集まっていることがわかる。

さらに、各指標からみて最も危険であることを意味する評価値⑤の数に着目すると、震災リスクの高い地区が図 7.3 より顕著に現れている（図 7.4）。すなわち、①⑧⑲㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲の地区の震災リスクが非常に高いことがわかる。このうち、⑧⑲㉓の地区は上記の鉄道に挟まれた地区であり、早くから都市化が進行した地区である。これらは鉄道の開通による利便性の高まりとともに、多くの建物が造られ、多くの人が生活するようになった。しかしながら、鉄道によって細長く分断されたことや、利便性が高いことによって都市活動が集中し、避難行動に関する震災リスクが非常に高められたと考えられる。

①⑧⑫⑬の地区は、上町断層系地震で震度 7 が想定されている。したがって、特に⑧の地区は避難空間となりうる新たな自然的空間の創成が必要であるといえる。

7.3 避難行動を考慮した震災リスクの計量化

7.3.1 避難経路の危険性に関する分析

前章で述べた 1 次避難行動に関する分析を行うとき、どのような経路で（どの町丁目を通って）何人の人が避難するかを計算した。これは、新たな空間を創成しないと仮定したとき、どこに安全な避難経路としての水・土・緑のネットワークを形成することが好ましいかを表現したものである。つまり、多くの人が通る経路は、その安全性を高めておく必要が高いということである。避難経路として町丁目を通過する人数を図 7.5 に示す。

これより、㉗の地区の安威川から地区の中央部にかけての町丁目と、㉔の西部、および㉕の中央部の町丁目を避難のために通過する人が多い。しかしながら、㉔㉕の地区では避難できない人がいる。したがって、新たな自然的空間の創成がまず必要である。㉗の地区では、地区の中央部から安威川にかけて、水・土・緑を用いた避難経路を創成することが、住民の 1 次避難行動の安全性を高めるという点で有効な計画であるといえる。

また、その他の地区においても、多くの人が通過する町丁目が明確になっている。これらの町丁目を通って今ある避難空間とつなぐ避難経路を創成することが、各地区の避難行動に関する安全性を高めるために重要であるといえよう。

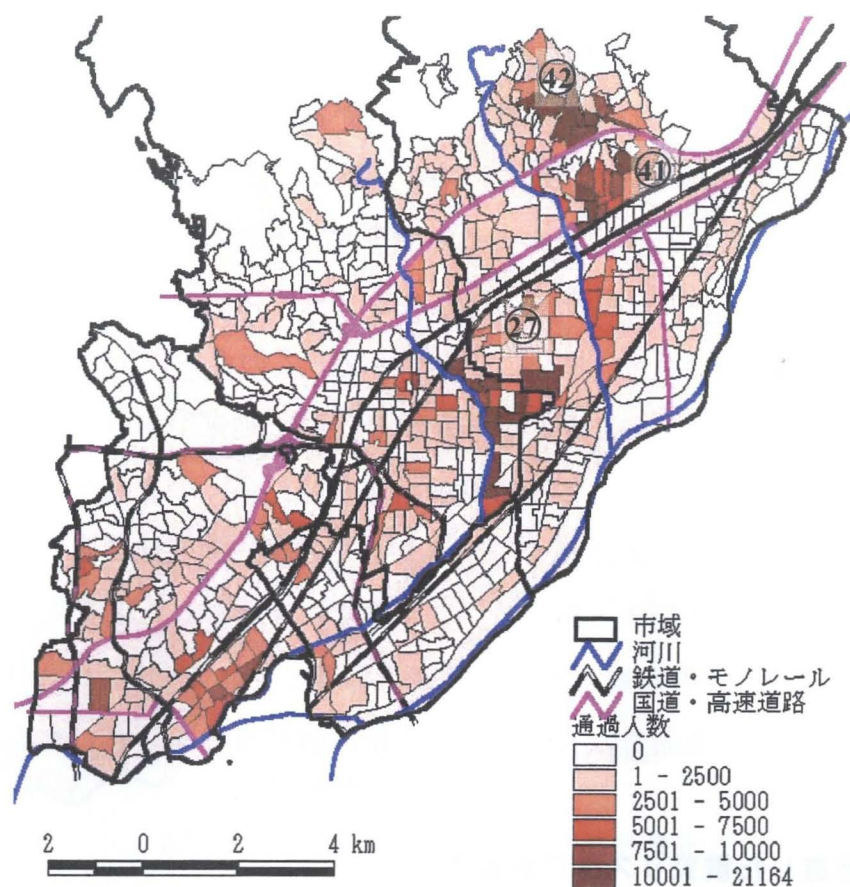


図 7.5 町丁目を通過する人数

7.3.2 火災の延焼を考慮した避難行動に関する分析

避難行動が安全に行われるためには、避難経路（通過する町丁目）が安全であることが重要である。そこで本項では、火災の延焼に着目した避難行動の危険性を評価する。これまで述べたように、ここでは町丁目内の道路の通行可能性を考慮していない。また、火災の延焼は面的に広がるものであり、避難経路の危険性を考える上で重要な指標となると考えられる。したがって、避難行動の危険性について、火災の延焼に着目して分析を行うこととする。

この分析では、前節で示した町丁目毎の火災の延焼に関する評価結果を用いる。具体的には、各町丁目の住民のうち、最も遠くの空間まで避難しなければならない人に着目する。その人が通る町丁目の火災の延焼に関する指標値（①～⑤）の和で、町丁目毎の避難行動に関する危険性を評価する。つまり、各町丁目の住民の中で最も危険性の高い人に着目して評価を行うということである。

以上の考えの下、分析を行った結果を図 7.6 に示す。なお、経路の危険性の評価は、町

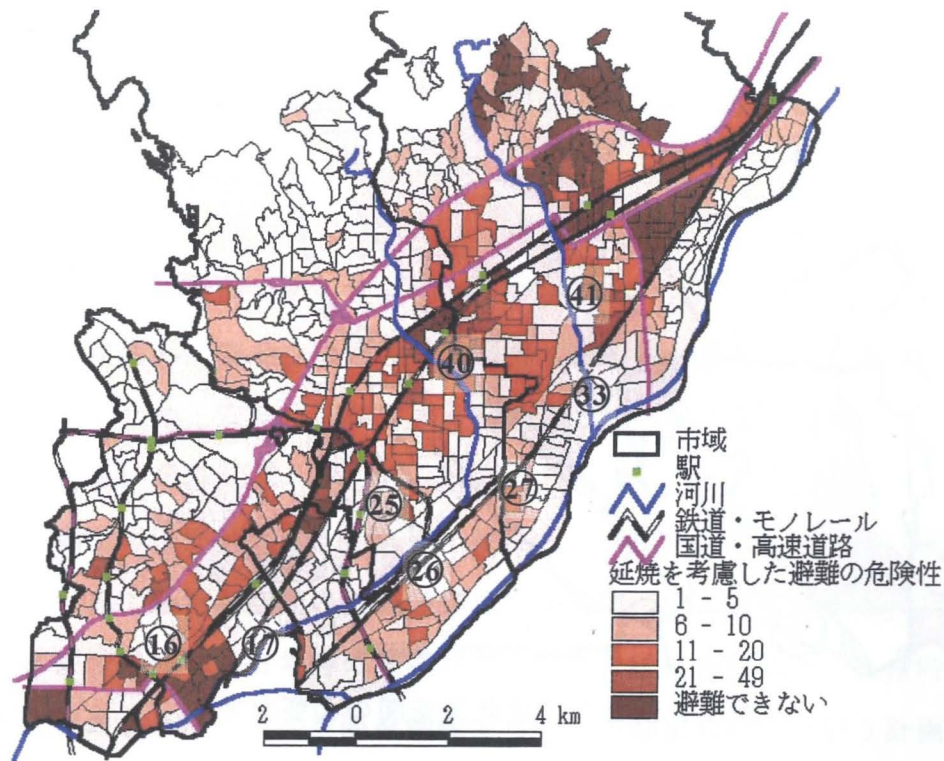


図 7.6 火災の延焼を考慮した避難の危険性

丁目の住民が避難できるときに意味を持つ。このため、避難できない人がいる町丁目は、経路の危険性を評価せず、「避難できない」というように別に表現することとする。

図 7.6 の避難できない町丁目に関しては、第 6 章で述べたように、吹田市南部の①③の地区、阪急京都線および JR 東海道本線沿線の⑧⑫⑬⑮⑲⑳㉓㉕㉖㉗の地区、高槻市の北部の⑫の地区に存在する。避難できる町丁目に着目すると、茨木市南部から高槻市西部の⑳㉑㉒㉓㉔の地区、および、⑬⑭㉓㉔の地区で 1 次避難行動の危険性が高いことがわかる。これらの地区は、木造建物が密集しており、水辺が少ないことによって延焼の危険性が高まっている。さらに、避難空間まで遠いため、避難行動からみた震災リスクが高いといえる。

したがって、避難できない人がいる町丁目を含む地区はもちろんのこと、これら 8 つの地区においても、新たな避難空間の創成が必要であるといえよう。8 つの地区に関しては、火災の延焼に対して安全な避難経路を確保することが、住民の安全性を高めるために重要である。このため、安全に避難できる経路としての水・土・緑のネットワークの形成が重要であるともいえる。最後に、以上の結果をまとめ、新たな環境防災空間が必要な地区を図 7.7 に示しておく。

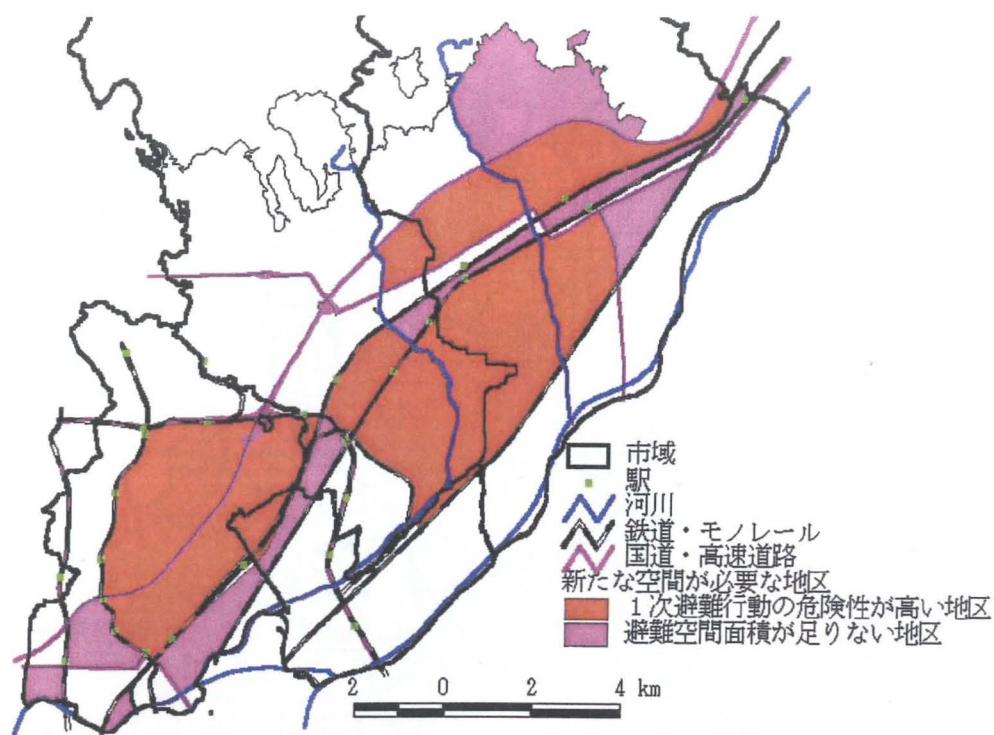


図 7.7 新たな環境防災空間の必要な地区

7.4 結言

本章では、まず 6.2 で、第 5 章の避難空間の配置で用いた指標と、第 6 章の 1 次避難行動に関する分析より得られた指標を用いた町丁目毎の震災リスクの計量化を行った。この結果、阪急京都線および JR 東海道本線沿線の町丁目と、高槻市の北部の震災リスクが高いことが明らかになった。

さらに、各指標からみて最も危険であることを意味する評価値⑤の数に着目したとき、①⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺㊻㊼㊽㊾㊿の地区の震災リスクが非常に高いことが示された。このうち、⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺㊻㊼㊽㊾㊿の地区は上記の鉄道に挟まれた地区であり、早くから都市化が進行した地区である。これらは、鉄道によって細長く分断されたことや、利便性が高いことによって都市活動が集中し、避難行動に関する震災リスクが非常に高められたと考えられる。

①⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺㊻㊼㊽㊾㊿の地区は、上町断層系地震で震度 7 が想定されている。したがって、特に⑧の地区は避難空間となりうる新たな自然的空間の創成が必要であるといえる。

さらに、避難のために通過する町丁目の人数を計算することにより、どこに安全な避難経路を創成することが、住民の安全な避難のために有効であるかを示した。そして、火災の延焼に着目した避難行動の安全性に関する評価を行った。その結果、①⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺㊻㊼㊽㊾㊿

④①の地区で1次避難行動に対する危険性が高いことが明らかになった。これらの地区は、木造建物が密集しており、水辺が少ないことによって延焼の危険性が高まっている。さらに、避難空間まで遠いことによって、避難行動からみた震災リスクが高まったといえる。

したがって、避難できない人がいる町丁目を含む地区はもちろんのこと、これら8つの地区においても、新たな避難空間の創成が必要であるといえる。上述の8つの地区に関しては、火災の延焼に対して安全な避難経路を確保することが、住民の安全性を高めるために重要である。このため、安全に避難できる経路としての水・土・緑のネットワークの形成が重要であるともいえる。

第5章から本章まで、震災に対する防災・減災という視点から、自然的空間の減災価値や、避難行動からみて新たな空間の創成が必要な地区について論じてきた。次章では、第2章から第4章までで述べた日常時の空間利用からみた結果を踏まえ、日常時と震災時からみて、どこにどのような自然的空間を創成することが好ましいかという計画代替案の作成について論じる。さらに、火災の延焼の危険性を減少させることができるが、都市化によって多くが失われた水辺に着目した計画代替案の具体化を行い、日常時と震災時からみた評価を行うこととする。

～参考文献～

- 1) 堤武・萩原良巳 編著：都市環境と雨水計画 リスクマネジメントによる、勁草書房、2000.
- 2) 大阪府総務部消防防災安全課：大阪府地域防災計画 関係資料、1998.

第8章 減災のための水辺環境の創成計画

8.1 緒言

第2章から第4章では、日常時における地域住民の自然的空間利用に着目し、遊びの形態やその多様性から現在の空間配置を評価した。さらに、利用者心理を反映した空間整備を行うために、空間構成要素と利用者心理の関係を共分散構造モデルを用いて分析し、定量的な因果関係として階層別に示した。

第5章から第7章では、自然的空間を震災時の減災空間として捉え、まず、住民の1次避難行動の必要性に関係する要因について分析を行った。次に、この行動のシミュレーションを行うことにより、町丁目毎の避難行動の危険性、および自然的空間の減災価値について論じた。さらに、町丁目毎の震災リスクを計量化するとともに、火災の延焼を考慮したときの避難行動の危険性について述べた。

本章では、これまでに示した結果を用いて、日常時の遊び空間、震災時の避難空間として、どこにどのような自然的空間を創成することが好ましいかについて論じる。このため、まず、8.2 では、日常時の遊び空間としての現状の配置について考察を行い、遊びの多様性を増加させるための空間計画について述べる。次に、8.3 では、震災時の避難空間として、地域住民の震災に対する危険性を軽減するために、どこに新たな空間を創成することが重要であるかを示す。これまでの分析では1次避難行動に着目しており、ここでは地震発生からの時間の経過を考慮し、2次避難行動についても述べることとする。このとき、第2章で示した空間の階層性を考慮して、どこにどの程度の規模の自然的空間を創成することが必要であるかを示す。

これらの考察を踏まえ、8.4 では都市化によって多く失われ、さらに火災の延焼の危険性を減少させる水辺に着目した計画代替案を具体化する。この水辺創成では、都市域に豊富に存在するが、あまり利用されていない下水処理水を利用する。これは、水辺と触れあうことが困難な地区においては貴重な水である。さらに、水辺創成にこれを利用することは、下水処理水に新たな価値を見いだすことにもなる。最後に、8.5 では、創成した水辺を日常時と震災時から評価することとする。

8.2 遊び空間の配置に関する考察

8.2.1 階層別の遊び空間の配置に関する考察

本項では、2.3 で述べた「自然的空間の利用実態調査」、第3章で述べた「利用行動に着目した遊び空間とその配置の評価」、および第4章で述べた「利用者心理を反映した遊び空間整備のための分析」の結果を用いて、住民の空間利用からみた遊び空間の質の偏りについて階層毎に考察する。さらに、階層別にどのような自然的空間計画が好ましいかについて論じることとする。以下に、近隣レベルから順に、階層別の結果の考察と空間計画に対する考えについて述べる。

1) 近隣レベルにおける結果の考察と空間計画

このレベルの利用実態は、散歩・散策を目的にした利用者が多く、1人や子供や孫と一緒に利用する人が多い。また、滞在時間は1時間未満の人が半数以上である。第4章で述べたように、共分散構造分析の結果からは「自然の豊かさ」と「施設の充実度」の相関関係が強く、後者は前者を通して「居心地の良さ」に影響していた。このような間接効果の大きい結果はこのレベルだけである。

この原因は、散歩・散策を目的とした利用者が多いことが影響していると考えられる。この遊びは、緑や水辺といった風景等を目で楽しみ、鳥のさえずりや子供の遊び声を耳で聞き、肌で感じる等ということをし、移動しながら楽しんでいる。さらに、これらの変化も楽しんでいる。このレベルの空間が小さいことも影響して、構成要素全体で利用者心理に影響していると考えられる。つまり、利用者は空間全体を移動しながら、上述した様々なことを楽しんでいることが、図4.3で示した共分散構造分析の結果に反映されたと考えられる。

遊びからみた空間配置の評価より、名神高速道路以北の地域では多様な遊びができるが、阪急京都線とJR東海道本線の間の地区および淀川沿岸部の地域では、できる遊びが限定されていることを示した。さらに、後者の地区では安威川と芥川が遊びからみて重要であることを述べた。

散歩・散策は規模の小さい空間だけで十分楽しむことは難しいと考えられるが、河川はその連続性からこの遊びには適していると考えられる。しかし、河川は公園と比べると、

上述したような変化は少ない。これより、近隣レベルの空間では、それぞれ異なった遊びができる空間を、緑道や水辺でつなぐことが、利用者の遊びの多様性および、利用目的として最も多かった散歩・散策からも好ましいといえる。

2) 地区レベルにおける結果の考察と空間計画

このレベルの利用実態は、近隣レベルと似ているが、滞在時間が少し長くなっている。面積が大きくなったため、近隣レベルより長い時間、空間の中を歩き回ることができる。さらに、1つの空間に留まる時間が長いということは、休憩施設を利用して話をしたり、景色を楽しんだりすることができる。このため、このレベルでは、第4章の図4.4で示したように、遊歩道や休憩施設が近隣レベルより利用者心理に対して重要であると考えられる。

現地調査では、小・中学生ぐらいの子供たちの姿を多く見かけた。子供たちの遊びは、走り回ったり、サッカーや野球をしたり、小学校の低学年なら遊具を使ったり、昆虫を捕まえたりして楽しんでいる。この年代では、日常的な遊びのための行動範囲は小・中学校区が多く、遠くとも自転車で移動できる範囲であろう。これを考慮すると、図3.3で示したように、高槻市東部と茨木市南部から摂津市東部にかけての地区は、空間のボロノイ領域が大きい。つまり、新たな空間の創成が必要な地区であるといえる。

以上より、このレベルの空間では、遊歩道や休憩施設が充実しており、さらに、子供が多様な遊びができる仕組みを、構成要素やその組み合わせによって創り出すことが重要である。また、現地調査より、大人よりも子供の方が多様な遊びをしていることが観察された。このため、例えば空間面積の半分以上が広場になっているような空間をつくる等、遊びからみて個性的な（多くの空間でできない遊びができる）空間づくりが必要であろう。

3) 市レベルにおける結果の考察と空間計画

このレベルの利用実態は、近隣・地区レベルと比べると滞在時間はより長くなり、グループで利用する人が多くなっている。利用目的は、散歩・散策が最も多いが、その割合は減少してきている。現地調査では、空間によって違いはあるが、近隣・地区レベルと比べると、運動をしている利用者が多く、休日には家族で利用している人が多く観察された。

第4章の図4.5で示した共分散構造分析の結果より、「自然の豊かさ」が利用者の心理的要因に与える因果係数は、他のレベルよりも大きくなった。また、「活動のしやすさ」が重

要な要因となっていた。

これらより、家族や友達といったグループで、自然を楽しむことができるような空間整備を行うことが重要であるといえる。さらに、広い面積を活かし、例えば広場のゾーンや鳥を観察できるゾーンというように、空間の中で変化をつけることが、遊びの多様性からみて好ましいといえる。このとき、家族でご飯を食べることができる休憩施設や、小さい子供を連れて遊べる場所を確保することも必要である。

4) 広域レベルにおける結果の考察と空間計画

このレベルの空間では、グループで利用する人が非常に多く、滞在時間は他のレベルと比べ長くなっている。また、自然と親しむことを目的とした利用が、4階層の中で最も多くなっている。2.3 で述べたように、このレベルの3つの空間にはそれぞれ異なった特徴がみられた。摂津峡では、特にバーベキューをしている人が多く、水の中に入って遊ぶ子供の姿を多く見かけた。服部緑地では、近隣・地区・市レベルの空間でみられた遊びの殆ど全てを観察できた。また、万博公園では、フリーマーケット等のイベントも多く、さらに、日本庭園や民族学博物館等の施設が空間内にある。

遊びの多様性からみたとき、服部緑地と万博公園の評価は高くなっていた。つまり、多様な構成要素があることにより、多様な遊びが行えるということであり、実際に様々な遊びが観察された。また、摂津峡は自然の水に入って遊ぶことができる貴重な空間である。しかしながら、図 4.6 で示した共分散構造分析の結果は、地区レベルと類似したものとなった。これは、アンケート調査の質問項目に、これらの特徴を反映するものが少なかったからである。回答者が答えやすいようにするために質問項目を少なくしたため、階層による利用者心理の違いを表現することができなかったと考えられる。

しかしながら、現地調査と遊びから空間を評価すると、現在の空間は利用者からみて好ましいといえる。

8.2.2 階層間の関係を考慮した遊び空間の配置に関する考察

本項では、まず、階層間の関係を考慮して前項で述べたことをまとめ、どのような遊び空間の計画を行うことが好ましいかについて述べる。次に、第3章で示した遊び空間の配置の評価をもとに、交通施設によって分断された地区毎に遊びの多様性に関する考察を行

うこととする。最後に、どの地区にどのような空間を創成することが、地域住民の遊びからみて好ましいかを明らかにする。

1) 遊びの形態と利用者心理に着目した自然的空間計画

前項で述べたことをまとめると、淀川沿岸部および阪急京都線と JR 東海道本線の間の地区は自然と触れあいにくくなっている。さらに、遊びの多様性も少ない。地域住民の遊びからみたとき、これらの地区では、新たな空間の創成が必要であるといえる。

また、全てのレベルで散歩・散策目的の利用者が多い。上述したように、この遊びは移動しながら様々な変化を楽しんでおり、近隣レベルのように規模の小さい空間では、空間内で十分に楽しむことは困難であると考えられる。散歩・散策を除いた多くの遊びは各空間で終わるものが多いが、遊びは空間や時間によって連続的に変化するものである。特に子供はこれらの変化によって適応的に、そして創造的に遊びを変化させ、ときには新たな遊びを創り出す^{1) 2)}。

つまり、遊びから自然的空間計画を考えたとき、例えば公園をノードとした水・土・緑のネットワークを形成することが好ましいといえる。そして、空間の質を考慮し、地域全体として多様な遊びができるようにすることが、利用者である住民にとって好ましい自然的空間計画ができるといえよう。このとき、利用者心理を反映した整備を行うことが重要であり、具体的な内容はこれまで述べたとおりである。

以上より、自然的空間計画では遊びからみた空間の質を考慮し、さらに空間の階層関係と隣接関係から空間のネットワークを創ることが、利用者である地域住民からみて好ましいといえよう。

2) 遊び空間の創成計画に関する考察

ここでは、階層間の関係を考慮し、遊びからみた地区毎の評価を行う。第3章で行った遊び空間の配置の評価と同様に、本節でも遊びの多様性からみた評価を行うこととする。表 3.3 で示したように、遊びはその形態によって8つに分類されている(a: うつす遊び、b: 演じる遊び、c: 水と触れあう遊び、d: 遊具を使う遊び、e: 留まる遊び、f: 草花と触れあう遊び、g: 広場で行う遊び、h: 樹木と触れあう遊び)。

これらの遊びは居住地の近くにある身近な空間でできる方が好ましいと考えられる。これより、どこで各遊びができるかに着目して、地区毎の評価を行うこととする。すなわち、

地区内の近隣レベルの空間を基準に、各遊びに対して以下の5段階で評価する。

I.地区内の近隣レベルの空間でできる

II.地区内の他のレベルの空間でできる

III.地区外で、その地区がボロノイ領域に含まれる地区レベルの空間でできる

IV.地区外で、その地区がボロノイ領域に含まれる市・広域レベルの空間でできる

V.できない

この5段階評価を用いて、地区毎に各遊びに対する評価結果を表8.1に示す。そして、遊びの分類に対する各評価値になる地区の数を表8.2に示しておく。

評価値のIとIIは地区内で行えることを意味している。したがって、IとIIの合計が少ない遊びが、多くの地区内で行いにくいということである。このことに着目すると、dの遊具を使う遊びが最も地区内で行いにくくなっている。しかしこの遊びは、規模が小さいため本論文では対象としていない街区公園の多くでできる遊びである。さらに、街区公園は4市の合計で358³⁾もあるため、ここで対象としている自然的空間で、あえて新たに整備する必要はないと考えられる。

次に地区内で行いにくい遊びは、fの草花と触れあう遊びと、hの樹木と触れあう遊びである。また、cの水と触れあう遊びは、地区外の市・広域レベルの空間まで行かなければならない地区が多いこともわかる。これらは、自然的空間の主要な構成要素である水と緑に触れあうことを楽しむ遊びである。この空間は都市域で自然と触れあえる貴重な空間であるということを考えると、より多くの地区で身近に自然を感じられるようにすることが住民にとって好ましいといえよう。

表8.1を用いて、各地区でできる遊びの数と、できない遊びの記号(a~h)を図8.1に示す。この図より、⑩⑱⑲⑳㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺㊻㊼㊽㊾㊿の地区では全ての遊びを行うことができない。これは、これらの地区内に自然的空間がないためである。以下にこれらの地区について考察を行う。

i) 地区⑩は隣接する地区に服部緑地がある。また、地区㉞は周囲が山の緑に囲まれており、摂津峡も近い。これらを考慮すると、新たに自然的空間を創成する必要性は低いと考えられる。

ii) 地区⑱と⑲は、非常に小さく分断されているため、これらの地区内で生活する人も非常に少ない。このため、新たな空間を創る必要性は低いといえよう。

iii) ㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺㊻㊼㊽㊾㊿の地区は隣接しており、自然的空間のない地区が集まっているというこ

表 8.1 遊びの分類毎の地区別評価

遊びの形態 の分類 地区 番号	a	b	c	d	e	f	g	h	評価値 の合計
01	I	IV	IV	III	III	III	IV	III	25
02	I	I	IV	I	I	I	I	I	11
03	I	III	IV	III	III	IV	III	III	24
04	I	III	IV	III	III	IV	III	III	24
05	I	III	IV	III	III	IV	III	III	24
06	I	III	IV	III	III	IV	III	III	24
07	I	II	IV	II	II	IV	II	II	19
08	I	I	III	I	I	III	I	III	14
09	I	I	I	I	I	I	I	I	8
10	III	IV	IV	III	III	III	IV	III	27
11	II	II	II	III	II	II	II	II	17
12	I	I	IV	I	I	I	IV	I	14
13	I	II	II	V	II	II	II	I	17
14	I	I	II	I	I	I	I	I	9
15	I	I	I	I	I	I	I	I	8
16	I	I	I	I	I	I	I	I	8
17	I	I	I	I	I	IV	I	II	12
18	III	III	IV	III	III	IV	III	III	26
19	III	III	IV	III	III	IV	III	III	26
20	I	III	I	III	III	IV	III	III	21
21	I	III	I	III	II	II	II	III	17
22	I	I	IV	I	I	IV	III	I	16
23	I	I	II	I	I	II	I	I	10
24	I	I	I	III	I	III	I	I	12
25	I	I	I	III	I	III	I	I	12
26	I	I	I	I	I	I	I	I	8
27	I	I	I	III	I	I	I	III	12
28	I	III	I	III	III	III	III	III	20
29	I	III	I	III	III	III	III	III	20
30	I	I	I	III	I	II	I	I	11
31	I	III	I	III	III	III	III	III	20
32	I	III	I	III	III	III	III	III	20
33	I	II	I	II	II	II	II	II	14
34	I	II	I	II	II	II	II	III	15
35	III	III	IV	III	III	III	III	III	25
36	III	III	IV	III	III	III	III	III	25
37	III	III	IV	III	III	III	III	III	25
38	II	II	II	II	II	II	II	III	17
39	III	III	IV	III	III	III	III	III	25
40	I	II	I	III	II	II	II	II	15
41	I	I	I	I	I	I	I	I	8
42	I	I	I	I	I	I	I	I	8
43	I	I	I	I	I	I	I	I	8
44	I	I	I	I	I	II	I	I	9
45	III	IV	III	III	III	III	IV	III	26

表 8.2 遊びの分類と各評価値の地区の数

遊びの形態 の分類 評価値	a	b	c	d	e	f	g	h
I	35	19	22	15	19	11	17	17
II	2	7	5	4	8	10	8	5
III	8	16	2	25	18	14	16	23
IV	0	3	16	0	0	10	4	0
V	0	0	0	1	0	0	0	0

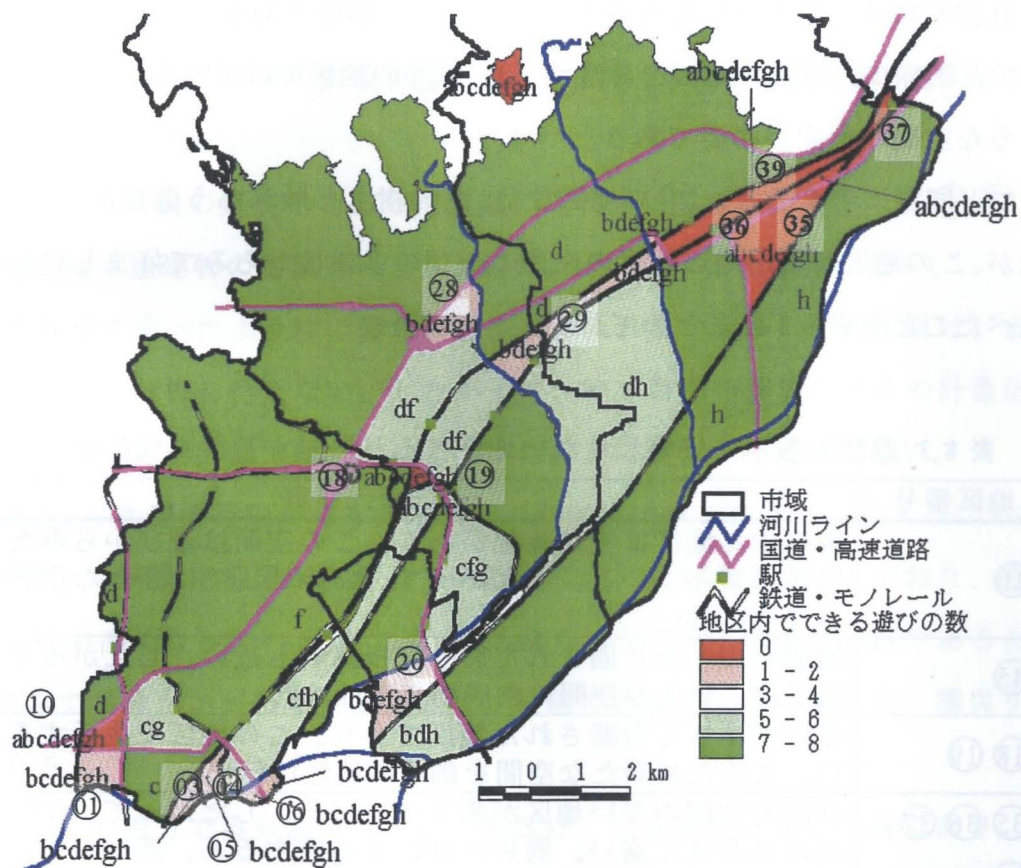


図 8.1 地区内でできる遊びの数とできない遊び

とは、そこで生活する人々は非常に自然と触れあいにくくなっているということである。したがって、新たな自然的空間の創成の必要性は非常に高いといえる。これらの地区に隣接する地区では、h の樹木と触れあう遊びができない。これより、これらの地区には樹木の多い自然的空間を創成することが、この4つの地区だけでなく、周辺の地区の住民からみても好ましいといえる。

次に、限られた遊びしかできない地区として、①③④⑤⑥⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺㊻㊼㊽㊾㊿があげられる。これらの地区では、どのような遊びができる空間を創成することが必要であるかを以下に

述べる。

iv) ①① ①③ ①④ ①⑤ ①⑥ の地区は吹田市の南部に集まっている。これらの周辺の地区をみると、c の水と触れあう遊びをすることができない。したがって、水辺のある空間を創成することが、吹田市南部の地区における遊びの多様性からみて好ましいといえる。

v) ②① の地区では、隣接する地区を考慮すると、bdh の遊びが行えなくなっている。d の遊びについては上述したように、新たな空間の整備の必要性は低い。したがって、b の演じる遊びと、h の樹木と触れあう遊びからみて好ましい空間を創成することが重要であるといえる。具体的には、樹木と広場を取り入れた空間の創成である。

vi) これまでと同様に、周辺の地区を考慮すると、②⑧ の地区では f の草花と触れあう遊びができるような空間の創成が必要である。

vii) これまでと同様に考えると、②⑨ の地区では、h の樹木と触れあう遊びができるような空間の創成が、この地区および周辺地区の住民の遊びの多様性からみて好ましいといえる。

以上に述べたことを表 8.3 にまとめておく。

表 8.3 遊びからみて好ましくない地区とそれに対する計画代替案

	地区番号	計画代替案
全ての遊びができない地区	①①	隣接する地区に服部緑地があり、この空間は遊びからみたとき、多様性に富んでいる。したがって、この地区では新たな空間の創成の必要性は低い。
	④⑤	周囲が山の緑に囲まれており、摂津峡も近い。したがって、この地区では、新たな空間の創成の必要性は低い。
	①⑧ ①⑨	非常に小さく分断された地区であり、この地区で生活する人も少ない。このため新たな空間を創る必要性は低い。
	③⑤ ③⑥ ③⑦ ③⑨	自然的空間のない地区が集まっている。したがって、空間創成の必要性は非常に高い。周辺の地区を考慮すると、遊びの多様性からみて、樹木の多い空間の創成が必要である。
遊びが限定される地区	①① ①③ ①④ ①⑤ ①⑥	水辺と触れあう遊びができない地区が集まっている。したがって、遊びの多様性からみて、水辺のある空間を創成することが好ましい。
	②①	隣接する地区でできない遊びを考慮すると、樹木と広場を取り入れた空間の創成が好ましい。
	②⑧	隣接する地区でできない遊びを考慮すると、草花と触れあう遊びができるような空間の創成が好ましい。
	②⑨	隣接する地区でできない遊びを考慮すると、樹木が多い空間を叢生することが好ましい。

8.3 避難空間の配置に関する考察

8.3.1 緊急避難空間の配置に関する考察

前章までで述べた、1次避難行動からみた町丁目別の震災リスクをまとめると以下のようになる。

- i) 1次避難行動で緊急避難空間に入れない人がいる地区は、①① ③③ ⑥⑥ ⑧⑧ ⑫⑫ ⑮⑮ ⑲⑲ ⑳⑳ ㉓㉓ ㉔㉔ ㉖㉖ ㉗㉗ ㉙㉙ ㉚㉚ ㉜㉜ ㉝㉝ ㉞㉞ ㉟㉟ ㊱㊱ ㊲㊲ ㊴㊴ ㊵㊵ ㊶㊶ ㊷㊷ ㊸㊸ ㊹㊹ ㊺㊺ ㊻㊻ ㊼㊼ ㊽㊽ ㊾㊾ ㊿㊿ である。
- ii) 7.2 で行った震災リスクの計量化の結果、①① ⑧⑧ ⑲⑲ ㉓㉓ ㉔㉔ ㉖㉖ ㉗㉗ ㉙㉙ ㉚㉚ の地区は1次避難行動からみて危険性が高い。
- iii) 7.3 で行った火災の延焼を考慮した避難の危険性に関する分析から、⑮⑮ ⑲⑲ ㉓㉓ ㉔㉔ ㉖㉖ ㉗㉗ ㉙㉙ ㉚㉚ の地区は木造建物の密集等により、避難行動に関する危険性が高い。

なお、これまで述べたように、緊急避難空間に入れない人がいる町丁目は、iii) の避難の危険性に関する分析を行えない。したがって、町丁目別の震災リスクの計量化や避難行動から導かれる地区別評価では、i) と iii) の両方に該当する地区はない。

これらより、1次避難行動からみた地区別の危険性は以下のように考えることができる。

- A) i) と ii) の両方で番号があがっている地区は、避難できない人がおり、さらに避難行動の危険性が高くなっている。したがって、最も震災リスクの高い地区であるといえる。
- B) i) のみで番号があがっている地区は、避難できない人がいるため、震災リスクの高い地区である。
- C) ii) と iii) の両方で番号があがっている地区は、1次避難行動が困難であり、さらに火災の延焼の危険性も高い。したがって、震災リスクが高い地区であるといえる。
- D) ii) もしくは iii) の一方で番号がある地区は、A～C と比べると震災リスクは小さいと考えられるが、番号のあがっていない地区と比較すると1次避難行動からみて危険性が高いといえる。

これらをまとめたものに、この地域で最も大きな被害が想定されている上町断層系地震の想定震度を重ねたものを図 8.2 に示す。

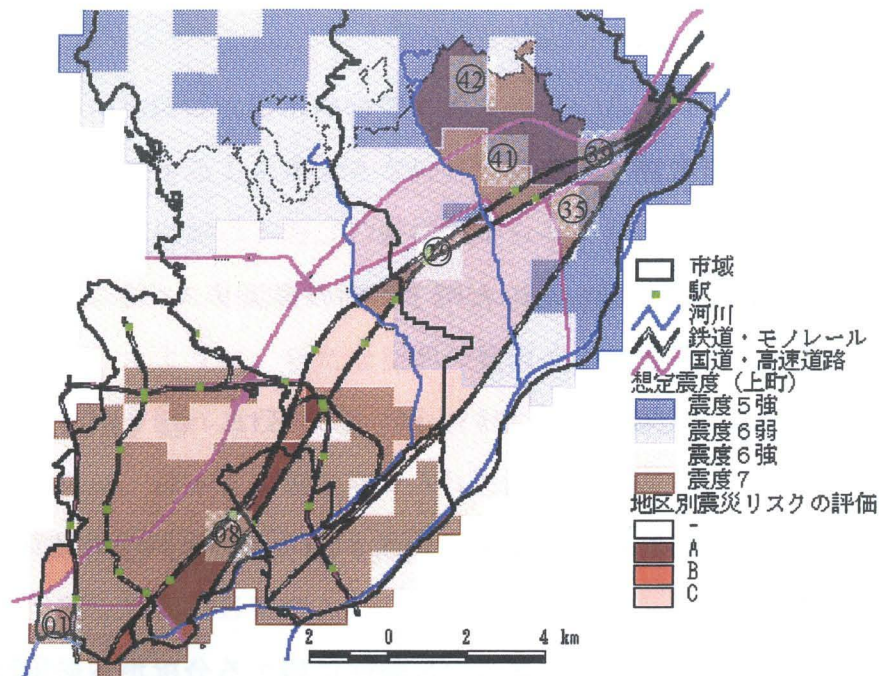


図 8.2 地区別の震災リスク評価

A に該当する①⑧②⑨③⑤③⑨④①④②地区が最も震災リスクが高いということであり、新たに避難空間となる自然的空間の創成が必要な地区であるといえる。特に、①⑧は上町断層系地震で震度7が想定されており、最も危険性の高い地区であるといえる。しかし、①は隣接する豊中市に小学校が2つと大学が1つある。したがって、⑧が最も震災リスクが高いといえる。

⑧は火災の延焼の危険性が高い地区でもある。この地区に隣接する①⑦の地区は、評価がCとなっており、延焼を考慮したときに1次避難行動の危険性が高いといえる。したがって、これらの地区に新たな水辺を有した避難空間を創成することが、震災リスク軽減のためには有効な計画であるといえよう。

また、②⑨③⑤③⑨④①④②の地区の想定震度は相対的に低くなっているが、決して安全な震度ではない。これらの地区は全て高槻市にあり、集中している。したがって、交通施設の倒壊等によって分断されないように、地区間をつなぐ安全な避難経路をつくるとともに、新たな避難空間の創成が必要であるといえる。

8.3.2 広域避難空間の配置に関する考察

これまでの、1次避難行動に着目した避難空間の配置について論じてきた。しかしなが

ら、序論でも述べたように、地震発生からの時間の経過とともに避難空間で行われる行動は変化する。つまり、減災に関する空間の機能が変化するということである。

このことを考慮し、本項では地震発生から概ね3日以降の応急復旧期間^{4) 5)}に着目して避難空間の配置について考察する。本論文では地域住民の視点で空間計画について論じており、ここでは特に（一時的な）避難生活のための空間としての配置に関する考察を行うこととする。なお、この時期では、復旧活動が始まっていると考えられるため^{4) 5)}、地域は分断されていないと考えることとする。

1) 応急・復旧期間における1人あたり避難空間面積の設定

まず、避難生活を行うために、1人あたりどの程度の面積が必要であることを示しておく。地域防災計画では、緊急避難空間と同様に $2\text{ m}^2/\text{人}$ としている都市もあるが⁴⁾、これだけの面積で避難生活を行うことは不可能であろう。ここでは、阪神・淡路大震災で避難生活のために利用された5つの空間（津和公園：芦屋市、友田公園：神戸市灘区、浜田公園：神戸市灘区、門口公園：神戸市兵庫区、岩屋公園：神戸市灘区）の利用実態をもとに、1人当たり 20 m^2 と設定する^{4) 6) 7)}。なお、この面積には、避難者のテント面積、食事を作ったりたき火をしたりする面積、救援物資の配給のためのテント面積、通路の面積を含んでいる。

また、市・広域レベルのような大きな空間は、自衛隊や消防隊の復旧活動の拠点として利用される。この面積も阪神・淡路大震災での実績を用い、自衛隊で4 ha、消防隊で1 haと設定する。なお、これらは地区レベルの空間（4 haを標準）も利用していた。この空間の場合は約1 haであった⁴⁾。

2) 避難生活可能人数の設定と避難空間を移動する人数

1) で設定した条件をもとに、各空間で避難生活が可能な人数を設定する。さらに、第6章の表 6.3 で示した1次避難人数を用いて、各空間からどれだけの人が移動しなければならないかを表 8.4 に示す。なお、ここで用いた空間面積は第2章の表 2.3 で示したものである。したがって、テントの設営や復旧活動が行える実際の面積は、この面積より小さくなることを断っておく。また、阪神・淡路大震災では、学校の体育館や校舎、および集会所等も避難生活のために利用されていた。しかしながら、これらの建物がこのために確実に利用できるかどうかはわからないため、ここでは自然的空間のみで分析を行うことと

表 8.4 より、非常に多くの空間の人が避難生活のために移動しなければならないことがわかる。表 8.4 で網掛けをした 8 つの空間では避難生活のための人数に余裕がある。これらの空間は⑮の地区に多く存在している。つまり、この地区は 1 次避難と 2 次避難の両方からみて安全性が高いと考えられる。8 つの空間の中の万博公園と服部緑地は、第 6 章で示した 1 次避難行動からみた自然的空間の減災価値は低い評価となっていたが、2 次避難行動を考えたときに価値ある空間であることがわかる。

8.3.3 減災のための避難空間計画に関する考察

- i) ⑯ ⑰ の地区に水辺のある避難空間を創成することが必要である。
- ii) ⑳ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ の地区をつなぐ安全な避難経路をつくとともに、新たな避難空間の創成が必要である。

iii) ⑤⑥⑧⑨②①②②③②⑥②⑦③③④③⑤③⑥③⑧③⑨④①の地区で避難生活が困難になる人がでる。

126

表8.4 2次避難可能人数と空間を移動する人数（1）

階層	No.	空間名	面積(ha)	地区番号	1次避難人数	1次避難可能人数	1次避難余裕人数	復旧活動用面積(ha)	2次避難可能人数	移動人数
近隣 レベル	1	芥川緑地	1.0	43	1790	5000	3210	0.0	500	1290
	2	山手台中央公園	1.0	44	4436	5000	564	0.0	500	3936
	3	桑田公園	1.0	26	4999	5000	1	0.0	500	4499
	4	佐井寺南が丘公園	1.0	16	580	5000	4420	0.0	500	80
	5	新芦屋中央公園	1.1	17	5499	5500	1	0.0	550	4949
	6	沢良宜公園	1.1	22	5499	5500	1	0.0	550	4949
	7	平和公園	1.1	09	1464	5500	4036	0.0	550	914
	8	鳥飼中部第1公園	1.1	23	2361	5500	3139	0.0	550	1811
	9	鳥飼中部第4公園	1.1	23	670	5500	4830	0.0	550	120
	10	ねむの木公園	1.2	16	4197	6000	1803	0.0	600	3597
	11	南平台中央公園	1.2	43	1790	6000	4210	0.0	600	1190
	12	庄屋公園	1.4	08	7000	7000	0	0.0	700	6300
	13	くちなし公園	1.7	15	2251	8500	6249	0.0	850	1401
	14	緑が丘公園	1.7	42	8481	8500	19	0.0	850	7631
	15	水尾公園	1.7	26	8494	8500	6	0.0	850	7644
	16	市場池公園	1.8	17	8382	9000	618	0.0	900	7482
	17	山田西公園	1.9	16	9500	9500	0	0.0	950	8550
	18	竹見公園	2.0	14	3650	10000	6350	0.0	1000	2650
	19	島三号公園	2.0	16	3626	10000	6374	0.0	1000	2626
	20	藤白公園	2.3	15	6190	11500	5310	0.0	1150	5040
	21	江坂公園	2.3	12	11500	11500	0	0.0	1150	10350
	22	南吹田公園	2.3	02	4810	11500	6690	0.0	1150	3660
	23	中央公園	2.4	25	12000	12000	0	0.0	1200	10800
	24	郡山公園	2.4	15	11401	12000	599	0.0	1200	10201
	25	青山公園	2.7	15	2556	13500	10944	0.0	1350	1206
	26	高野公園	2.7	16	3569	13500	9931	0.0	1350	2219
	27	上の池公園	2.7	42	13500	13500	0	0.0	1350	12150
	28	古江公園	3.0	15	2556	15000	12444	0.0	1500	1056
	29	津雲公園	3.0	14	3477	15000	11523	0.0	1500	1977
	30	佐竹公園	3.1	16	4075	15500	11425	0.0	1550	2525
	31	津之江公園	3.2	27	13464	16000	2536	0.0	1600	11864
	33	芥川	0.7	23,27,33	3700	3700	0	0.0	0	3700
	34	安威川	1.8	17,26,28,29,40,44	8920	8920	0	0.0	0	8920

注：移動人数は（2次避難可能人数）－（1次避難人数）であり、値が負になっている空間は2次避難の人数に余裕があることを表す

表8.4 2次避難可能人数と空間を移動する人数（2）

階層	No.	空間名	面積(ha)	地区番号	1次避難人数	1次避難可能人数	1次避難余裕人数	復旧活動用面積(ha)	2次避難可能人数	移動人数
地区 レベル	35	若園公園	3.6	26	15320	18000	2680	1.0	1800	13520
	36	紫金山公園	3.8	17	11220	19000	7780	1.0	1900	9320
	37	片山公園	4.0	17	19241	20000	759	1.0	2000	17241
	38	耳原大池公園	4.2	44	7777	21000	13223	1.0	2100	5677
	39	城跡公園	4.4	39	15827	22000	6173	1.0	2200	13627
	40	榎の木公園	5.3	15	3103	26500	23397	1.0	2650	453
	41	桃山公園	6.0	41	7437	30000	22563	1.0	3000	4437
	42	中の島公園	2.8	07	3526	14100	10574	1.0	1410	2116
	43	西河原公園	3.6	40	5533	17900	12367	1.0	1790	3743
	44	千里南公園	9.5	14	4271	47500	43229	1.0	4750	-479
市 レベル	45	千里中央公園	14.2	15	1462	71000	69538	4.0	7100	-5638
	46	忍頂寺スポーツ公園	20.0	対象地域外		100000	100000	4.0	10000	-10000
	47	千里北公園	30.1	15	5636	150500	144864	4.0	15050	-9414
	48	萩谷総合公園	35.0	対象地域外		175000	175000	4.0	17500	-17500
	49	淀川河川敷公園	42.1	21	26421	210500	184079	4.0	21050	5371
広域 レベル	50	摂津峡公園	37.2	対象地域外		186000	186000	4.0	18600	-18600
	51	服部緑地	126.3	11	10099	631500	621401	4.0	63150	-53051
	52	万博公園	129.0	15,16	9313	645000	635687	4.0	64500	-55187

注：移動人数は（2次避難可能人数）－（1次避難人数）であり、値が負になっている空間は2次避難の人数に余裕があることを表す

8.4 計画代替案の具体化

8.4.1 空間配置に関する考察と水辺創成地区の選定

ここでは、前節までに述べた空間配置に関する考察をもとに、日常時の遊びの多様性と避難行動からみた震災リスクの軽減のためには、どこにどのような空間を創成することが必要であるかを述べる。まず、これまでの結果から、どの地区にどのような遊び空間および避難空間の創成が必要であるかを表 8.5 にまとめておく。

表 8.5 遊び空間と避難空間の創成が必要な地区と計画代替案

	地区番号	計画代替案
遊び空間	㉓ ㉔ ㉕ ㉖	樹木の多い空間の創成
	㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖	水辺と触れあうことができる空間の創成
	㉗	樹木が多く、さらに広場を有した空間の創成
	㉘	草原のような草花と触れあうことができる空間の創成
	㉙	樹木の多い空間の創成
避難空間	㉚ ㉛	水辺を有しており、最低限、1 次避難できない人をなくすだけの面積（約 2 ha）の空間の創成（複数の空間でもよい）
	㉙ ㉓ ㉕ ㉖ ㉗	地区をつなぐ経路をつくるとともに、最低限、避難できない人数をなくすだけの面積を有した空間の創成（複数の空間でもよい） 各地区毎に必要な面積は㉙ 約 1 ha、㉓ 約 4.5ha、㉕ 約 1.5ha、㉖ 約 2 ha、㉗ 約 2 ha であり、合計で約 11ha である。1 つの空間にすると市レベルの空間になる。

序論で述べたように、本論文では、遊びの多様性と避難行動からみた震災リスクの軽減のために、表 8.5 で示した計画代替案を、30～50 年かけて創成していくことを考える。したがって、人口の減少や工場の移転等が想定されることから、自然的空間の創成は可能であると考える。また、第 5 章の図 5.10 と図 5.11 で示した、1980 年以前の建物が多い鉄道沿線の地区や、木造建物が多い地区（表 5.2 参照）では、再開発を行うことも想定できる。

前節で述べたように、避難行動の分析および避難空間の配置の評価から最も震災リスクが高い地区は㉚である。この地区の震災リスクを軽減するためには、水辺創成が重要であ

る。さらに、吹田市南部の①③④⑤⑥の地区は遊び空間としての水辺創成が重要である。また、これらの地区は集まっている。したがって、以下では、これらの地区における遊びの多様性と震災リスクの軽減のための水辺創成計画について具体的に論じることとする。

8.4.2 水辺創成ルートの決定⁸⁾

本項では、吹田市南部の水辺創成計画について述べる。

⑦の地区には正雀処理場があり、ここではこの下水処理水を利用した水辺創成に着目する⁹⁾。この水は、都市域に多く存在するが、そのほとんどが河川に流されている。ここでいう水辺創成計画は、この水を都市域に流すことによって、遊びの多様性と震災リスクの軽減を図ることを目的としている。以下ではまず、水辺創成で満たすべき水質基準について述べておく。その後、水辺創成ルートの設定の考え方について述べ、具体的な創成ルートを示すこととする。

1) 水辺の水質

水辺の水質によって、遊びの形態は異なり、さらに震災時の水利用にも違いが生まれる。このため、まず、親水用水（水に直接触れる）、修景用水（直接水には触れず、水を眺める）、自然池用水（自然のままの水であり、水には触れない）の水質の基準について表 8.6 にまとめておく。さらに、これらの水質と震災時の水利用との関係について表 8.7 に示しておく。

表 8.6 遊び空間における水質の基準^{4) 5) 10)}

水質項目	親水用水	修景用水	自然池用水
大腸菌群数	50 個/100ml	1000 個/100ml	—
外観	—	不快でないこと	不快でないこと
臭気	不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと
pH	5.8～8.6	5.8～8.6	5.8～8.6
透視度	1 m 以上	0.3m 以上	0.3m 以上
SS (ppm)	5 以下	5～10 以下	10～15 以下
BOD (ppm)	3 以下	5～10 以下	10～15 以下

表 8.7 水質のレベルと震災時の水利用^{4) 5)}

水質レベル	水の用途	備考
親水用水以上	風呂・シャワー	水が口に入る可能性があるもの
	手洗い・足洗い	水が口に入る可能性が低いもの
	洗濯	洗濯
修景用水	清掃	清掃用水
	身体冷却	火災時の身体や衣服の冷却
自然池用水	トイレ洗浄	洗浄のみ
	消火	火災の消火用水
	散水	火災の輻射熱の緩和や樹木の耐火性能の向上

これらより、親水用水としての基準を満たしていれば、日常時には水の中に入って遊ぶことができ、震災時には、生活のために重要な水を多様な目的で利用できることがわかる。下水処理水は高度処理を行うことにより、これらの基準を満たすことができる。したがって、この水を利用した水辺創成は、日常時と震災時からみて好ましいといえる。

2) ルートの決定

ここでは、まず、遊びの多様性と震災リスク軽減のために、どのようなルートで水を流すことが好ましいかについて述べることにする。以下に、ルート設定のための条件を示す。

- (1) 震災リスクの高い地区（㊸）を通る
- (2) 自然流下させる
- (3) 河川を越えない
- (4) 今ある水路とつなぐ
- (5) 学校や公園を通る
- (6) 失われた水路を再生する

(1)は震災リスクの軽減を意味しており、(2)と(3)はポンプアップのようにエネルギーを使わないことを表している。電力等に依存していると、震災時に利用できない可能性があるためである。(4)と(5)は水・土・緑のネットワーク化を意味しており、これは8.2で述べたように遊びからみて好ましい空間配置にすることになる。さらに、このようにすることによって、1次避難行動の危険性を減少させることもできる。(6)は失われた水辺の再生を意味している。

つまり、遊びの連続性と避難の安全性を考慮した水辺創成ルートを設定するということである。さらに、学校や公園を通ることにより、これらの空間で水を貯留しておくことが

できる。震災時に下水処理場が使用できなくなったとしても、空間に水を貯めておくことによって、表 8.7 で示したような多様な水利用が可能となる。また、水路をせき止めることによって、貯留することもできる。

このような考えで設定した水辺創成ルートを図 8.3 に示す。なお、この水辺は、震災時に通行できるように 6 m の幅を持たせることにする。これは、家屋の倒壊を考慮したとき、樹木があれば人は通行可能であると考えられる幅である^{11) 12)}。そして、子供が遊ぶ好ましい水路の条件から、水路幅を 2 m 前後とし、水深を約 20cm、流速を 0.2~0.5m/s と設定する¹³⁾。したがって、水路を除いた水辺空間の面積は、水路延長に 4 をかけた値となる。

また、この水辺は糸田川に注ぐようにしている。この川は、晴天時には水がほとんど流れておらず、コンクリートの三面張りになっている。この川に下水処理水を流すことによって、晴天時にも水が流れた川にする。そして、遊歩道を設置する等、親水整備を施すことにする。そうすることによって、①と②でも日常的に水と触れあうことができるようになる。

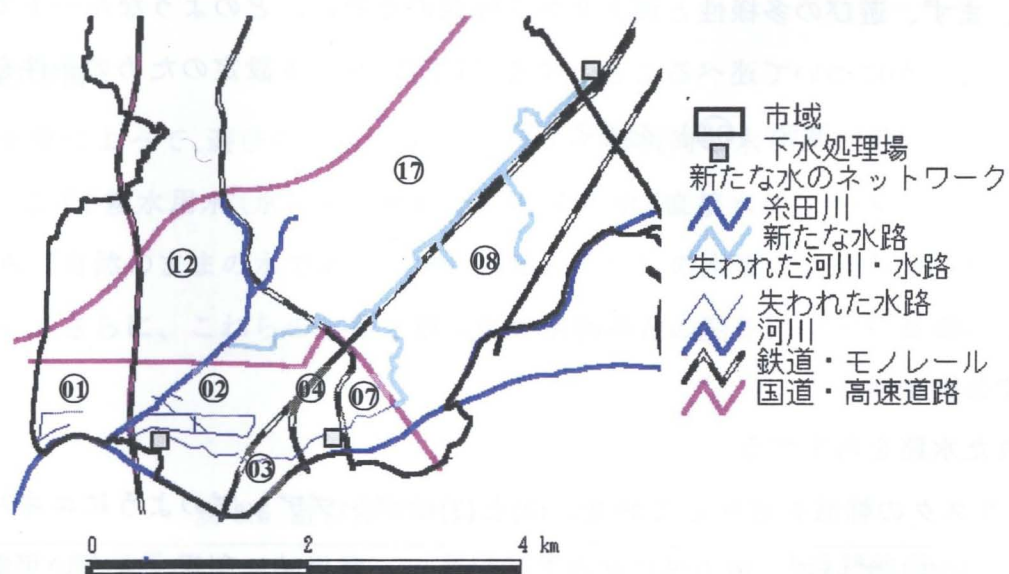


図 8.3 水辺創成ルート

8.5 日常時の空間利用と減災からみた水辺創成の評価

8.5.1 遊びからみた水辺創成の評価

本項では、図 8.3 で示した水辺創成経路について、地区毎でできる遊び多様性の変化で評価を行う。この水辺では、水を流すだけでなく、遊歩道を設置し、樹木を植える等、様々な整備が行える。第3章で示した遊びの形態を用いて述べると、広場を必要とする遊び(遊びの分類では b と g) 以外は行えるようにすることはできる。しかしながら、水辺全体で同じ遊びに着目した空間の構成要素を用いることは、散歩・散策するときに変化がなく、好ましいとはいえない。したがって、水以外にどこにどのような空間の構成要素を計画することが好ましいかを考える必要がある。ここでは、8.2 で示した各地区で行えない遊びに着目して、空間の構成要素を配置することとする。なお、これまでに述べたように、d 遊具を使う遊びについては考慮しないこととする。

広場を使う遊びと遊具を使う遊びを除いて、もう一度、水辺が通る地区でできない遊びを表 8.8 にまとめておく。これらの遊びのために整備する構成要素は第3章で述べているため、ここでは簡単に示しておく。

表 8.8 遊びの多様性のために水辺に整備する空間の構成要素

地区番号	できない遊び	水以外に整備する構成要素
①①	c 水と触れあう遊び、e 留まる遊び、f 草花と触れあう遊び、h 樹木を重要とする遊び	休憩施設・草花・樹木
①②	c 水と触れあう遊び	
①⑦	c 水と触れあう遊び、e 留まる遊び、f 草花と触れあう遊び、h 樹木を重要とする遊び	休憩施設・草花・樹木
①⑧	e 留まる遊び、f 草花と触れあう遊び、h 樹木を重要とする遊び	休憩施設・草花・樹木
①⑫	c 水と触れあう遊び、	
①⑰	f 草花と触れあう遊び、h 樹木を重要とする遊び	草花・樹木

水辺を創成し、表 8.8 に示す整備を行ったとき、各地区の遊びの多様性は図 8.4 に示すように変化する。

図 8.4 より、遊びの多様性は、特に、①①と①⑧の地区で大きく増加することがわかる。

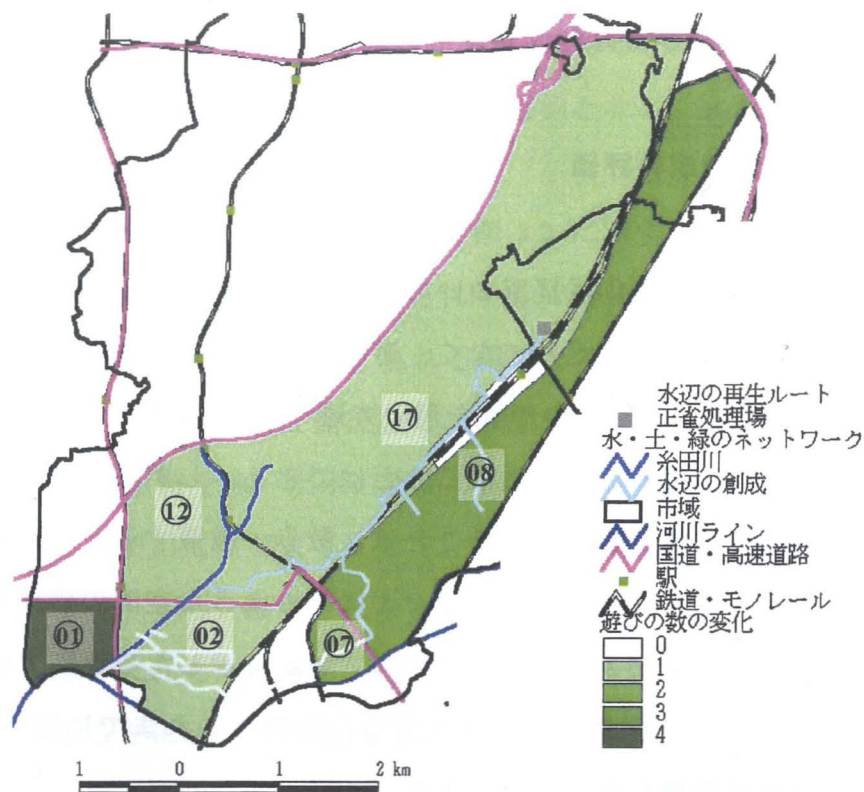


図 8.4 遊びの多様性の変化

さらに、8.2 で述べた遊びの連続性や、遊び空間の利用目的として最も多い散歩・散策からみても、空間につながりがあり、さらに変化のある遊び空間としての水辺は、住民の日常時の遊びからみて好ましいといえる。遊び空間の数が増加するため、この地区の住民は現在より自然と触れあいやすくなる。

また、⑧と⑬の地区の間に JR の操車場がある。現在、操車場の閉鎖は決まっており、この跡地利用を自然的空間として整備することは可能である。こうすると、ここでは取りあげなかった b と g の広場を必要とする遊びのための空間が創成できる。さらに、⑧と⑬の地区では全ての遊びができることになり、より遊びの多様性が増すことになる。そして、操車場跡地の空間へ水辺を通すことにより、遊びの多様性に富んだ空間を創成することができる。

8.5.2 避難行動からみた水辺創成の評価

8.3 で述べたように、新たな水辺環境を創成する地区は、上町断層系地震によって震度 7 が想定されている。さらに、これまでの分析結果より、特に⑧は避難行動からみた震災

リスクが最も高い地区であった。また、⑪と⑫の地区は1次避難ができない人がいる地区である。

ここでは、前節で設定した水辺創成、糸田川の再生、および前項で述べた操車場跡地を自然的空間にする計画を考える。つまり、新たな水辺創成、現在ある河川の再生、新たな自然的空間の創成を下水処理水を利用して、1つの新たな水辺環境として創成しようとするものである。以下に、避難行動からみたこの計画の評価を行うこととする。

まず、1次避難行動からみた水辺環境の創成計画の評価は step 数で行うこととする。第6章で行った避難行動に関する分析で用いた指標（ルート数、ゴール数、空間通過数）、および第7章で示した避難行動を考慮した町丁目別震災リスクは、step 数との関係が強いものである。つまり、step 数が小さいとき、これまでの避難行動に関する分析では、危険性の低い結果が得られる。したがって、ここでは step 数の変化によってこの計画の評価を行うこととする。水辺環境の創成前後の step 数の変化を図 8.5 に示す。

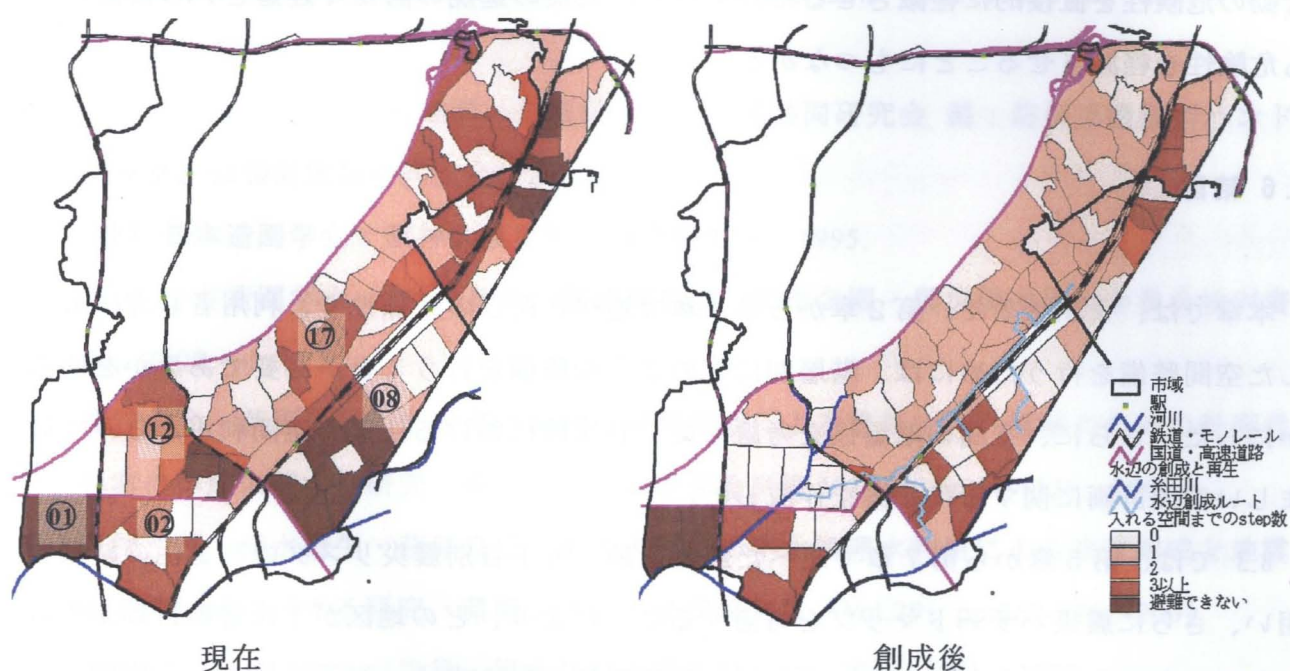


図 8.5 水辺創成前後の step 数の変化

この図より、⑬と⑫の地区では避難できない人がいなくなることがわかる。⑬は操車場跡地を利用した自然的空間の創成の効果が大きい、⑫の地区では水辺創成のみの効果である。さらに、⑪の地区では、1次避難のために遠くまで行かなければならなかった町丁目が存在していたが、水辺と自然的空間の創成によって大きく step 数が減少した。これ

は、規模の大きな空間ができることにより、その他の空間へ避難する人が減少したことが影響している。

以上より、水辺環境の創成は1次避難行動からみたとき、震災リスクを大きく減少させているといえる。

次に、地区のつながりに着目して、避難行動からみた水辺創成を考察する。

設定した水辺と糸田川は避難経路にもなる空間である。この水辺を創成し、糸田川を再生し、さらに操車場跡地を自然的空間に創り変えると地区間のつながりは次のようになる。すなわち、⑩と⑪が自然的空間でつながり、⑪⑫⑬⑭⑮⑯が水辺によってつながる。⑮には万博公園があり、これら7つの地区の中に2つの広域避難空間ができることになる。さらに、失われた水辺(図8.4の水辺再生ルート)を再生することにより、⑮⑯⑰も水辺(避難経路)によってつながることになる。

このように、地区をつなぐように水辺を創成することは、step数の減少等のように避難行動の危険性を直接的に軽減させるだけでなく、火災の延焼の防止や遅延といった点からも危険性を軽減させることにもつながる。

8.6 結言

本章では、まず8.2で、第2章から第4章で述べた遊びの多様性や、利用者心理に着目した空間整備を行うためには、階層別にどのような整備を行うことが必要であるかを明らかにした。さらに、空間の階層性を考慮して、日常時における住民の空間利用からみて好ましい空間計画に関する代替案を作成した。

8.3では、第5章から第7章で述べた避難行動と町丁目別震災リスクの計量化の結果を用い、さらに震災ハザードマップを考慮することにより、どの地区が1次避難行動からみて危険であるかを明らかにした。さらに、2次避難行動を考え、避難生活を行う空間としての配置について分析した。その結果、1次避難からみたときには減災価値が低くなっていた万博公園と服部緑地が、避難生活を行うためには重要な空間であることが明らかになった。

次に、8.4では、これまでの結果をまとめ、日常時と震災時の両方からみて新たな空間の創成が必要な地区に対して、住民にとって好ましい計画代替案の作成を行った。さらに、最も空間の創成が必要である摂津市西部から吹田市南部の地区について、下水処理水を利

用した水辺創成の計画代替案を作成し、具体化した。

8.5 では、下水処理水を利用した水辺創成と糸田川の再生、および操車場跡地に水辺のある自然的空間を創成するという、1つの水辺環境の創成計画を示した。そして、この計画を日常時の遊びと震災時の避難行動から評価した。その結果、遊びの多様性や連続性から、この計画が好ましいことについて述べ、さらに避難行動からみた震災リスクを軽減することを示した。

～参考文献～

- 1) 仙田満：こどものあそび環境、筑摩書房、1984.
- 2) 仙田満：あそび環境のデザイン、鹿島出版会、1987.
- 3) 大阪府土木部公園課：大阪府都市公園一覧表、大阪府、1998.
- 4) 建設省都市局公園緑地課・建設省土木研究所環境部 監修：防災公園計画・設計ガイドライン、1999.
- 5) (財)都市緑化技術開発機構・公園緑地防災技術共同研究会 編：防災公園技術ハンドブック、公害対策技術同友会、2000.
- 6) (社)日本造園学会：阪神大震災緊急調査報告書、1995.
- 7) (社)日本造園学会・(社)日本公園緑地協会：都市公園・震災関連検討委員会検討資料、2000.
- 8) 神谷大介・萩原良巳：都市域における環境創成による震災リスク軽減のための計画代替案の作成に関する研究、環境システム研究論文集 Vol.30、pp.119-125、2002.
- 9) 西村和司・清水康生・萩原良巳：大都市域での下水処理水利用による水辺創成と地震被害の軽減に関する研究、環境システム研究論文集、Vol.29、pp.369-376、2001.
- 10) 建設省：下水処理水の修景・親水利用水質検討マニュアル（案）、1992.
- 11) 建設省建築研究所・建設省土木研究所・国土開発技術研究センター：まちづくりにおける防災評価・対策技術に関する基本的課題の検討調査報告書、1999.
- 12) 都市防災実務ハンドブック編集委員会 編：都市防災実務ハンドブック、ぎょうせい、1997.
- 13) 萩原良巳・萩原清子・高橋邦夫：都市環境と水辺計画 システムズ・アナリシスによる、勁草書房、1998.

第9章 結論

高度経済成長期以降、効率的な土地利用や都市施設整備によって、多くの樹林地・耕地・水辺が道路や住宅地、商工業用地へと造り替えられてきた。その結果、現在の都市域では、住民が日常的に自然と触れあうことが困難になり、さらに、震災に対して脆弱になってきた。そのなかで、自然的空間は日常時には住民の遊びに利用され、震災時には避難のために利用される貴重な空間である。このため、都市域における自然的空間の重要性は非常に高いと考えられる。

これまで自然的空間は、日常時を対象とした環境創成計画と震災時を想定した防災・減災計画で個別に取り扱われてきた。しかし、日常時と震災時という状況によって空間の機能が変化するということであり、両方を考慮した空間計画が行われなければならない。

以上の認識のもと、本論文では、大阪市と京都市の間に位置する北摂地域（吹田市・茨木市・高槻市・摂津市）を研究対象地域とし、自然的空間を階層システムとして捉え、空間の利用者である地域住民の視点から、日常時と震災時からみて好ましい空間の質と量の配置計画について論じた。以下に、各章の結果の要約と今後の課題について述べる。なお、第6章から第8章については、これらの章で用いた地区番号（図 5.7 参照）を用いて説明することを断っておく。

9.1 結果の要約

第2章「地域環境変化と自然的空間利用の実態調査」では、まず、都市化に伴う自然・社会環境の変化を分析することにより、住民の身近な自然がどのように失われてきたかを示した。特に、多くの交通施設整備により急激に市街地が拡大した結果、利便性の高い駅周辺では、日常的に住民が自然と触れあうことが困難になってきたことを明らかにした。次に、現地調査をもとに、自然的空間をその規模によって4つの階層に分類し、さらに空間を母点としたボロノイ領域を設定することによって、空間の階層関係と隣接関係を表現した階層システムを示した。そして、アンケート調査より、空間階層毎に利用実態に違いがあることを示すとともに、住民の多様な空間利用を考えたとき、空間の階層および隣接関係を考慮した自然的空間の配置計画が必要であることを論じた。

第3章「利用行動に着目した遊び空間とその配置の評価」では、第2章で示した空間の

階層関係と隣接関係を考慮し、互いに空間でできない遊びを補うことによって、地域住民の遊びの多様性からみて好ましい配置計画ができることを述べた。具体的には、現地調査で観察された61の遊びの形態を空間の構成要素との関係で整理し、クラスター分析を行うことによって、8つの遊びに分類した。そして、第2章で示した階層毎の自然的空間を母点としたボロノイ領域を用いて、各空間でできる遊びを表現することにより、空間の質の配置に偏りがあることを示した。さらに、住民の遊びからみた各自然的空間の重要性について論じた。

第4章「利用者心理を反映した遊び空間整備のための分析」では、自然的空間の構成要素と利用者心理との関係を2つの潜在変数（物理的印象と心理的印象）を導入し、共分散構造分析モデルを用いて、階層毎に定量的な因果関係として明らかにした。具体的には、まず、空間構成要素と心理的要因に関するアンケート調査を行い、これらのデータを用いた探索的因子分析を行い、潜在変数を設定した。この結果、「居心地の良さ」が心理的印象として重要であり、「自然の豊かさが」物理的印象として重要であることを明らかにした。

次に、この分析によって設定した潜在変数を用いて、階層毎に共分散構造分析を行った。その結果、近隣レベルでは、樹木や草花といった「自然の豊かさ」と休憩施設等の「居心地の良さ」によって、心理的印象として最も重要な「居心地の良さ」に影響を与えていることを示した。地区レベルでは、「自然の豊かさ」と「施設の充実度」が個別に、同程度の大きさで「居心地の良さ」に対して影響していることを示した。市レベルでは、自然豊かな空間の中で動き回る遊びができることが、利用者にとって重要であることを述べた。広域レベルでは、近隣・地区レベルと同様に、自然が豊かであり施設が充実していることが重要であることを示した。

第5章「震災ハザードマップを考慮した地域特性の分析」では、まず、第2章で示した地域環境変化について、震災ハザードマップを用いて再考察を行った。その結果、この地域は鉄道の開通により、想定震度が高い地域で多くの人々が生活し始めたことがわかった。さらに、鉄道をはじめとする交通施設の多くは高架や盛土で造られており、これらによって震災時に非常に危険な孤立する地区をつくる可能性が大きいことを示した。

次に、避難の必要性に関して、建物の倒壊と火災の発生および延焼の危険性に着目した地区毎の評価を行った。この結果、名神高速道路と東海道新幹線の間および高槻市の名神高速道路以北の地区が、火災の延焼に対する危険性が高いことを示した。最後に、震災ハザードマップを考慮して、避難行動からみた地区別震災リスクに関する考察を行った。そ

の結果、避難の必要性が高いにも係わらず、人口に対して避難空間の面積が不足している地区が存在していることを明らかにした。さらに、高槻市の東部に避難の必要性が高い地区が集まっていることを示した。

第6章「震災時の避難行動を考慮した空間とその配置の評価」では、まず、空間の階層性を考慮した避難行動に関するシミュレーションを行った。このとき、人のつながりを考慮して、町丁目のつながりをグラフとして表現し、その双対グラフを用いた「step 数」という避難しやすさに関する新たな指標を考案した。さらに、「ルート数」、「ゴール数」、そして、被災者のあせりやいらだちを表現する「空間を通過する回数」を指標として、避難空間の配置の評価を行った。この結果、吹田市東部の⑩⑪の地区と高槻市北部の④⑤の地区が、1次避難行動からみたとき最も危険性が高いことを明らかにした。つまり、新たな避難空間の創成が必要な地区であることを見いだした。

次に、どの空間に何人避難するかをシミュレーションすることにより計算した。この結果、市レベルの淀川河川敷公園へ避難する人が最も多いことがわかった。さらに、「樹木の量と配置」と「水辺の有無と形態」に着目して、避難空間の安全性を階層毎に行った。最後に、これらの結果を用いて、1次避難行動からみた空間の減災価値について論じた。具体的には、近隣レベルでは郡山公園、地区レベルでは、片山公園、市・広域レベルでは淀川河川敷公園の減災価値が最も高いことを示した。

第7章「避難行動に着目した町丁目別震災リスクの計量化」では、まず、第5章の避難の必要性に関する指標と、第6章の避難行動に関する分析結果を用いて、震災リスクの計量化に関する指標を作成した。これを用いて、町丁目別の震災リスクの計量化を行った。この結果について、震災ハザードマップを用いて考察すると、吹田市南部の①②の地区と吹田市東部の⑩⑪の地区の震災リスクが高いことが明らかになった。

さらに、火災の延焼を考慮した1次避難行動に関する分析を行った結果、第6章で示した避難できない人がいる地区に加え、茨木市南部から高槻市西部の②③④⑤の地区、吹田市中心部の⑩⑪の地区、高槻市南部の⑥⑦の地区、同市中心部の④⑤の地区の震災リスクが高いことを示した。これらの地区に関しては、新たな避難空間の創成とともに、火災の延焼に対して安全な避難経路を確保することが、住民の安全性を高めるために重要であることを論じた。

第8章「減災のための水辺環境の創成計画」では、まず、第2章から第4章で述べた遊び空間の配置に関する考察を階層別に行い、どのような空間を創成することが好ましいか

について論じた。さらに、階層間の関係を考慮することによって、地区毎に遊びの多様性を増加させるための具体的な計画代替案を作成した。

また、第5章から第7章で述べた緊急避難空間の配置に関する考察を行い、吹田市東部の⑩⑪の地区が新たな避難空間の創成が最も必要であることを示した。さらに、地震発生からの時間の経過を考慮し、一時的な避難生活のための空間としての自然的空間の評価を行った。その結果、1次避難行動からみたときには減災価値が低かった万博公園と服部緑地が、2次避難行動を考えたときには重要な空間であることが示された。

次に、これまでの結果を用いて、遊びと避難行動からみた自然的空間の計画代替案を作成した。そして、最も自然的空間の創成が必要である吹田市東部と南部の地区に対して、下水処理水を利用した水辺創成計画を示した。下水処理水は高度処理を行うことにより、日常時には水に触れる遊びができるようにすることができ、さらに震災時には避難生活のための重要な水を多様な目的で利用できる。この水を自然流下させることや、水を貯留できるように自然的空間を通るようにする等、6つの条件を設定して具体的な水辺創成ルートを設定した。さらに、多様な遊びができ、かつ水辺に変化を持たせるために、地区毎に水辺に付加させる構成要素を設定した。

遊びから水辺創成の評価を行った結果、特に⑪⑫の地区で遊びの多様性が増加することが示された。さらに、吹田の操車場跡地を水辺のある自然的空間にすることや、糸田川の再生を加えた新たな水辺環境創成計画を提示し、この計画を避難行動から評価した。その結果、⑩と⑫の地区で避難できない人がいなくなり、また、多くの町丁目でstep数が減少した。以上より、この水辺創成計画が日常時の遊びと震災時の避難行動からみて好ましい計画であることが示されたといえる。

9.2 今後の課題

まず、第2章から第4章で述べた、日常時の空間利用からみた自然的空間に関する研究における今後の課題について述べることにする。

第2章で示した環境変化に関する分析では、主に土地利用と交通施設でこの変化を捉え、住民が自然と触れあいにくくなったことを述べた。しかしながら、特に子供は、交通量の少ない道路（路地）や空き地でも遊んでおり、この分析では遊び空間の変化を捉えることはできていない。さらに、遊びの形態の変化についても論じられていない。したがって、

自然的空間以外も含めた遊びと地域環境との関係に関する分析を行う必要がある。

また、自然的空間利用に関するアンケート調査は、空間を利用したことのある人を対象にして行っている。これは空間階層別の利用実態の違いを明確にすることはできるが、利用していない人が、何故利用しないのかということについて論じられない。

第3章で行った、遊びの多様性からみた空間配置の評価は、住民の空間利用における選択肢を増加させるということに対して重要な意味がある。しかし、ここで対象としたのは、イベントや季節的な利用以外の現地調査で観察された遊びである。また、遊びはそれを行う人が新たに創造することができる行動である。

したがって、地域全体としての遊びの多様性を論じるためには、観察されなかった遊びをこの地域でできるようにするために、どこにどのような空間を創成することが好ましいかを明らかにする必要がある。また、季節感やイベントは一時的に空間の魅力を増加させるとともに、遊びを多様なものにする。このため、これらを考慮した遊びの多様性に関する研究を行わなければならない。さらに、新たな遊びが創造できる（その可能性を有した）空間デザインに関する研究を行う必要がある。

第4章で述べた利用者心理を反映した空間整備に関する分析は、現存する自然的空間に対する利用者の印象を分析したものである。上述のように、どのような空間整備を行うことによって、現在、空間を利用していない人が、利用するようになるかは明らかにならない。もし、現在の空間が好ましくないから利用しないのであれば、この意見は無視されたことになり、大きな課題として残る。

以上の日常時の空間利用に関して論じたことの課題をまとめると、以下ようになる。

- ・現在行われていない（なくなった、新たに創造する）遊びを考慮した、遊び空間の変化や遊びの多様性に関する研究が必要である。
- ・多様な遊びができる（その可能性を有している）空間デザインに関する研究が必要である。
- ・自然的空間を利用するようにするためには、どのような自然的空間の質の配置を行うことが重要であるかを明らかにする必要がある。つまり、「空間を利用する or しない」という行動に関する研究が必要である。

次に、第5章から第7章で述べた、震災時の避難行動からみた自然的空間に関する研究と第8章で述べた水辺環境の創成計画に関する今後の課題について述べる。

第5章で示したハザードマップを用いた地域環境変化の再考察では、土地利用と交通施設のみによって震災リスクの変化を考察した。しかしながら、震災リスクの変化を捉えるためには、第6章以降で述べたような、建物・避難空間・水辺の変化も考慮する必要がある。また、電気・ガス・水道といったライフラインの整備や、それに伴う生活スタイルの変化によっても震災リスクは変化する。そして、これらを含めた都市施設の耐震化によってもこのリスクは変化する。さらに、これからの社会的問題であり、災害弱者である高齢者の数についても、震災リスクの変化を明らかにするためには考慮しなければならない。

第6章で示した1次避難行動に関するシミュレーションは、6つの仮定をおいて行った。被災者が空間の規模と居住地からの距離で空間を選択することは、避難行動を表現していると考えられる。しかし、日常的に空間を利用しているということも、空間選択には大きな影響を与えると考えられ、このことはシミュレーションで考慮されていない。さらに、空間選択は避難行動を始めるときと、空間に入れなかったときに行われるとしている。そして、空間選択を行うとき、地区内全ての空間の位置と規模、避難できるかどうかを住民は知っているとは仮定している。さらに、交通施設と河川によって地域は分断されることを仮定している。

しかしながら、これらは非常に厳しい仮定である。このため、日常時における空間の認知地図を用いて、どの空間を知っているかを明らかにしたもとの分析を行う必要がある。さらに、どこで避難できるかという情報を得られないという仮定での分析や、人口と空間面積から、地域全体としてのstep数を最小化するために、町丁目毎にどこへ避難するかという情報を震災以前に住民に与えたときの分析を行う必要がある。また、交通施設の中には、地上を通る鉄道もあり、これには踏切がある。したがって、分断された地区外へ避難する可能性を考慮して分析を行わなければならない。

さらに、この分析で用いた人口は夜間人口であり、地震がいつ発生するかわからないことを考慮すると、昼間人口を用いた分析も必要である。この時には、他地域から職場や学校のためにこの地域へ来ている人がいるため、本節で用いた仮定をよりゆるいものに変えなければならない。

第7章では、建物・水辺・避難空間の配置で震災リスクの計量化を行っている。しかしながら、住民の安全性を考えるためには、第5章での課題で述べたことを考慮する必要がある。さらに、病院や老人ホーム、消防施設等、震災リスクを軽減させる都市施設の配置を考慮した計量化が必要である。

また、火災の延焼を考慮した避難行動に関する分析では、シミュレーションで得られた避難ルート（通過する町丁目）で火災の延焼に関する指標値を足しあわせている。しかしながら、もし火災が発生し、ある町丁目が通れないのであれば、迂回して避難するであろう。このため、例えば上述の指標値が最も高い町丁目は通らないという仮定をおいた時の1次避難行動に関する分析を行っておく必要がある。

第8章では、前章までの成果をもとに、地区毎の計画代替案の作成を行い、最も自然的空間の創成が必要な地区に対して、下水処理水を利用した水辺環境の創成計画を具体化し、遊びと避難行動からみたこの計画の評価を行った。しかしながら、新たな水辺環境を創成した地区以外にも、遊びや避難行動からみて自然的空間の創成が必要な地区は存在する。

このため、これらの地区に対するより具体的な計画代替案（どこにどのような空間を創るのか）を作成する必要がある。この時には、1つの空間を創成するか、複数の空間を創成するか、また、他の地区とつながるか、というように様々な代替案が考えられる。現在ある建物は、例えば50年後には老朽化する。さらに、木造建物が密集している地区もある。このことを考慮した上で、どのような代替案を具体化すべきかに関する研究を行う必要がある。

以上の課題をまとめると以下のようになる。

- ・ ライフラインを含めた都市施設の配置や耐震化、高齢者等を考慮した震災リスクの計量化とその変化に関する研究を行わなければならない。
- ・ シミュレーションでの結果を、より実際の避難行動を表現するものに近づけるために、仮定をゆるめたり、そのための分析を行う必要がある。
- ・ 水辺環境の創成を行った地区以外の計画代替案の作成と、その評価を行う必要がある。

最後に、日常時と震災時の両方を考えた論文全体としての課題について述べることにする。

まず、本論文で示した評価の多くは、地域内での相対的なものである。したがって、対象地域が遊びからみたときに恵まれている地域であるのかどうか、さらに、震災リスクが高い地域であるのかどうかを明確にしておく必要がある。つまり、対象地域の位置づけを他地域と比較することによって明らかにしておく必要がある。

次に、ここでは、地域全体としての遊びの多様性や、最も震災リスクの高い地区に関する評価を行い、計画代替案の作成を行った。しかしながら、空間デザインに関する地域全

体としてのコンセプトや各空間の個性について論じられていない。このため、あるコンセプトという統一性のなかで、空間の個性の配置計画に関する研究を行う必要がある。

また、水・土・緑のネットワークを形成することは、日常時の遊びの連続性や震災時の避難行動からみて好ましいということは述べてきた。しかしながら、その評価が行えていない。さらに、このネットワークを含めた自然的空間は、昆虫等の生物が生息する空間でもある。身近に生物がいることは、住民の遊びを増加させるとともに、日常的に季節感を感じることができるようになる。これらのため、水・土・緑のネットワークに関する日常時と震災時からみた評価を行うとともに、自然的空間の生態学的な価値についても研究を行っていく必要がある。

最後に、本研究の対象地域では、震災リスクだけでなく、浸水リスクも高い地区である。具体的には、吹田市の南部や摂津市では、最初は浸水対策のために下水道が整備された地区であり、現在でも年に数回の雨に対して家の前に土嚢を積んだりしている。さらに、茨木市の中心部（茨木駅周辺）は沼であった所を埋め立てており、数年に1度は浸水している。したがって、住民が安心して生活できる地域にするために、浸水リスクを軽減するための計画に関する研究を行う必要がある。

上述した多くの課題はあるが、本論文では、これまで日常時と震災時で個別に取り扱われてきた自然的空間計画に関して、地域住民の遊びと避難という2つの視点から、空間の質と量の配置に関する現状の分析・評価を行い、計画代替案の作成およびその評価を示すことができた。これは、環境創成と震災リスクの軽減という都市域における重要な問題に対して、自然的空間計画の方向性を示せたと考える。

謝辞

私はこれまで非常に多くの方々の御指導や御協力を頂き、本論文を作成することができました。ここに記して感謝の意を表したい。

まず、萩原良巳教授（京都大学防災研究所）には、約5年もの間、数多くの御指導や激励をして頂きました。特に、私がこれからも忘れることのない多くの言葉を頂きました。先生に初めてお会いした時から、「自分で頭が悪いことを認識せよ。」「モデルは自分でつくるものだ。」「50年先を見る。俺は死んでるけどお前はまだ生きてるだろ。」「論文は自分を表現するものだ。そうしなければ個性も独創性もない。心を裸にしろ。」等々、ここには書ききれないほど多くのことを教えて頂きました。また、先生が病気で動けないときでさえ、私の論文をチェックして頂き、その結果、私の2本目の審査付き論文として掲載されることになりました。私は先生に感謝してもしすぎることはありません。

岡田憲夫教授（京都大学防災研究所）には、総合防災合同ゼミ合宿等の場において、私の研究に対して貴重な御指導や御指摘を頂きました。また、小林潔司教授（京都大学大学院）には、学会等において、言葉の定義や考え方等、貴重な御指摘を頂きました。ここに深く感謝いたします。

また、畑山満則助手（京都大学防災研究所）には、プログラムをほとんど作ったことのない私に対し、基礎から丁寧に指導して頂きました。先生の御指導がなければ、本論文の第6章の分析は行えていなかったと思われます。さらに、多くの励ましの言葉を頂きました。心より感謝いたします。清水康生博士（日水コン・元京都大学防災研究所助手）には、研究に対して非常に多くの御指導や御指摘を頂くとともに、研究室に先輩のいない私に対して、学部生の指導の仕方等、多くのことを学ばせて頂きました。さらに、本論文の作成にあたり、暖かい励ましの言葉を頂きました。心より感謝いたします。

多々納裕一助教授（京都大学防災研究所）には、ゼミ合宿等において、貴重な御指摘を頂くとともに、日々多くの励ましの言葉を頂きました。酒井彰教授（流通科学大学）には、ゼミ等の場において貴重な御指摘を頂くとともに、多くの激励を頂きました。ここに記して感謝いたします。

本研究を行うにあたり、萩原研究室の皆様をはじめ、非常に多くの御指摘や御協力を頂きました。特に、山口勝広氏（京都市・元関西大学）、吉澤源太郎氏（大阪市・元関西大学）、川村真也氏（北海道大学・元奈良大学）、坂元美智子氏（大河内町・元関西大学）、真田智行氏（日本情報システム・元奈良大学）には、現地調査やアンケート調査から、データベースの作成や多くの分析に関して、多大なる協力をして頂きました。心より感謝いたします。また、渡辺仁志氏（三井物産・元京都大

学大学院)、阪本浩一氏(八千代エンジニアリング・元京都大学大学院)、坂本麻衣子氏(京都大学大学院)、神崎幸康氏(京都大学大学院)、西村和司氏(京都大学大学院)、森野真理氏(京都大学大学院)、青井晃樹氏(国土交通省・元関西大学)、肥田野秀晃氏(日本技術開発・元関西大学)には、数多くの御指摘や励ましの言葉を頂きました。また、山下敦代秘書には、京都大学へ来て何もわからない私に、論文の投稿や学会発表の手続き等、親切に色々なことを教えて頂きました。心より感謝いたします。

ここには書ききれないほど非常に多くの方々に助けられ、支えて頂くことによって、本論文は作成することができました。私は多くのすばらしい人々に出会い、御協力・御支援して頂いたことを再認識するとともに、皆様に心より感謝の意を表します。

私の修士課程での指導教授である吉川和広先生(京都大学名誉教授・元関西大学教授)には、私が博士課程に進学するきっかけを与えて下さるとともに、研究に対する御指導だけでなく、大人として、社会人としてこれからやっていく私に多くのことを教えて下さりました。特に、人を大切にする事の重要性を教わりました。そして、私が修士課程を修了してからも、暖かい励ましの言葉をかけて頂きました。ここに深謝いたします。私はこれからも吉川先生から学んだことを忘れることなく、これからも努力してまいります。

最後になりましたが、私を博士課程まで進学させていただくとともに、いつも暖かく見守り続けて下さった両親、祖母、2人の姉に心より感謝いたします。